

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ISSN 0515-061X

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



2018

Հանդեսը հիմնադրվել է 1948 թվականին, լույս է տեսնում տարին երեք անգամ
հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով

Գլխավոր խմբագիր՝
Ռ.Լ.ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ

Խմբագրական կոլեգիա՝
**Ա.Հ.ԱՂԻՆՅԱՆ, Ա.Վ.ԱՎԱԳՅԱՆ (գլխ.խմբ.տեղակալ), Ա.Ա.ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ,
Հ.Ռ.ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ, Գ.Ա.ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆՑ, Ղ.Լ.ԳԱԼՈՅԱՆ, Շ.Ա.ԳՅՈՒԼՆԱԶԱՐՅԱՆ,
Տ.ԴԱՆԵԼԻԱՆ (Ֆրանսիա), Լ.Զ.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ս.Մ.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Է.Ե.ԽԱՉԻՅԱՆ, Խ.Բ.ՄԵԼԻԿՍԵՏՅԱՆ, Ռ.Ս.ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ (պատասխանատու
քարտուղար), Ս.Ն.ՆԱԶԱՐԵՏՅԱՆ, Ռ.Տ.ՋՐԲԱՇՅԱՆ, Ս.Ա.ՓԱԼԱՆԺՅԱՆ (Ռուսաստան)**

Главный редактор
Р.Л.МЕЛКОНЯН

Редакционная коллегия
**А.В.АВАКЯН (зам.глав.ред.), А.О.АГИНЯН, А.А.АРАКЕЛЯН, А.Р.БАГДАСАРЯН,
Г.А.ГАБРИЕЛЯНЦ, К.Л.ГАЛОЯН, Ш.А.ГЮЛНАЗАРЯН, Т.ДАНЕЛИАН (Франция),
Р.Т.ДЖРБАШЯН, Х.Б.МЕЛИКСЕТАН, Р.С.МОВСЕСЯН (ответ.секретарь),
С.Н.НАЗАРЕТЯН, Л.З.ОГАНЕСЯН, С.М.ОГАНЕСЯН, С.А.ПАЛАНДЖЯН (Россия),
Э.Е.ХАЧИЯН**

Editor in Chief
R.L.MELKONYAN

Editorial Board
**A.H.AGHINYAN, A.V.AVAGYAN (Deputy Editor in Chief), A.A.ARAKELYAN,
H.R.BAGHDASARYAN, T.DANELIAN (France), G.A.GABRIELYANTS, G.L.GALOYAN,
SH.A.GULNAZARYAN, L.Z.HOVHANNISYAN, S.M.HOVHANNISYAN, R.T.JRBASHYAN,
E.Y.KHACHIYAN, KH.B.MELIKSETYAN, R.S.MOVSESYAN (Executive Secretary),
S.N.NAZARETYAN, S.A.PALANJYAN (Russia)**

Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а
Editorial address: 24a, Marshal Baghramyan ave., Yerevan, 0019, Republic of Armenia
E-mail: geoscience @ geology. am

© Издательство “Гитутюн” НАН РА, 2018
Типография издательства “Гитутюн” НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2018

ԹԻՎ 1	ՀԱՏՈՐ 71	2018
-------	----------	------

Գալոյան Ղ.Լ., Մելքոնյան Ռ.Լ., Աթոյան Լ.Ս., Չունգ Ս.-Լ., Խորենյան Ռ.Հ., Լիի Յ.-Հ., Ամիրջադան Ս.Վ. Սումխեթ-Ղարաբաղի տեկտոնական գոտու Սումխեթի սեզմենտի (Հյուսիսային Հայաստան) յուրայի մագմատիտների պետրոլոգիայի և երկրաքիմիայի մասին	3
Ավագյան Ա.Ա., Առաքելյան Ա.Ա., Մանանդյան Հ.Մ., Ներսիսյան Ա.Հ. Հայաստանի վիրտուալ աշխարհագրական միջավայր. բովանդակությունը, հնարավորությունները և հեռանկարները	28
Մաթևոսյան Ա.Կ., Բաբայան Գ.Ա. Բազմաֆունկցիոնալ էլեկտրահետախոզական չափման սարքավորում “Vector-Geo”	42
Ավագյան Թ.Ա., Զաքարյան Շ.Ս., Գյուլնազարյան Շ.Ա., Սահակով Ա.Ս., Մկրտչյան Ս.Վ. Սիսիանի հրաբխա-դիատոմիտային ավազանում բոք պարունակող միներալների հայտնաբերումը	50
Վարդյան Լ.Ռ., Ազիզյան Լ.Ա., Միսակյան Ա.Է., Սուրենյան Գ.Հ., Ազիզյան Հ.Հ. Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն ջրալցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկան	59
Զուհարյան Ֆ.Կ. Գուրանասարը որպես օբսիդիանի աղբյուր նեոլիթբրոնզե դարում	68
ՀԱՄԱՌՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ	
Ավագյան Ա., Սահակյան Լ., Ասպատուրյան Ն., Անտանոսյան Մ., Եպիսկոպոսյան Լ. Քարին տակ քարանձավի (Արցախի Հանրապետություն) երկրաբանական և պալեոնեոստրատիգրաֆիկ նախնական ուսումնասիրություններ	81
ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆՈԳԱ	
Մելիքսեթյան Խ.Բ., Միսակյան Ս.Գ. Երկրաբանական գիտությունների պատմության միջազգային հանձնաժողովի (INHIGEO) 42-րդ գիտաժողովը Հայաստանում	84
Սահակյան Լ.Հ. IRG ծրագրի եզրափակիչ կոնֆերանսը	88
ՀԻՇՆԱԾԱՆ ՏԱՐԵԾՎԵՐ	
Պաֆֆենհոլց (ծննդյան 125-ամյակին)	89
Մուրադյան Կարապետ Մուրադի (ծննդյան 80-ամյակին)	93

Галоян Л.Л., Мелконян Р.Л., Атаян А.С., Чунг С.-Л., Хоренян Р.А., Лии Ю.-Х., Амирагян С.В. О петрологии и геохимии юрских маг- матитов сомхетского сегмента Сомхето-Карабахской тектонической зоны (Северная Армения)	3
Авакян А.А., Аракелян А.А., Манандян А.М., Нерсисян А.О. Вир- туальная географическая среда Армении: содержание, возможности и перспективы	28
Матевосян А.К., Бабалян Г.А. Многофункциональная измерительная электронизованная аппаратура “Vector-Geo”	42
Авакян Т.А., Закарян Ш.С., Гюльнзарян Ш.А., Сааков А.С.,	

Мкртчян С.В. Обнаружение некоторых бор-содержащих минералов в сисианском вулcano-диатомитовом бассейне	50
Варданын Л.Р., Азизян Л.В., Мисакян А.Э., Суренян Г.Г., Азизян А.О. Методика прогнозирования уровня максимального наполнения Ахурянского водохранилища	59
Джугарян А.К. Гутанасар как источник обсидиана в период неолита-бронзового века	68
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Авагян А., Саакян Л., Аспатуриян Н., Антаносян М., Епископосян Л. Предварительные геологические и палеосейсмологические исследования пещеры Карин так (Республика Арцах)	81
НАУЧНАЯ ХРОНИКА	
Меликсетян Х.Б., Мисакян М.Г. 42-я конференция Международной комиссии истории геологических наук (INHIGEO) в Армении	84
Саакян Л.Г. Заключительная конференция программы IRG	88
ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ	
Паффенгольд Константин Николаевич (к 125-летию со дня рождения)	89
Мурадян Карапет Мурадович (к 80-летию со дня рождения)	93

TABLE OF CONTENT

Galoyan Gh.L., Melkonyan R.L., Atayan L.S., Chung S.-L., Khorenyan R.H., Lee Y.-H., Amiraghyan S.V. On the petrology and geochemistry of jurassic magmatics of the somkhethi segment of Somkheto-Karabagh tectonic zone (Northern Armenia)	3
Avagyan A.A., Arakelyan A.A., Manandyan H.M., Nersisyan A. H. Virtual geographic environment of Armenia: content, capabilities, and application	28
Matevosyan A.K., Babayan G.A. Multifunctional measuring equipment "Vector-Geo" for electrical prospecting	42
Avagyan T. A., Zakaryan Sh. S., Gyulnazaryan Sh. A., Sahakov A. S., Mkrtchyan S.V. The discovery of boron-containing minerals in Sisian volcanic-diatomaceous basin	50
Vardanyan L.R., Azizyan L.V., Misakyan A.E., Surenyan G.H., Azizyan H.H. Maximum fullness level forecast methodology for Akhuryan reservoir	59
Juharyan A.K. Gutanasar as obsidian sources in neolithic-bronze age	68
BRIEF INFORMATION	
Avagyan A., Sahakyan L., Aspaturyan N., Antonosyan M., Yepiskoposyan L. Preliminary overview on geology and paleoseismology of Karin tak cave (Republic of Artsakh)	81
SCIENTIFIC CHRONOLOGY	
Meliksetian Kh., Misakyan M. 42 nd international commission on the history of geological sciences (inhigeo) symposium in Armenia (50 th anniversary of INHIGEO)	84
Sahakyan L. Final conference of IRG program	88
MEMORABLE DATES	
Paffenholz Konstantin Nikolay (to the 125th anniversary)	89
Muradyan Karapet Murad (to the 80th anniversary)	93

**ON THE PETROLOGY AND GEOCHEMISTRY OF JURASSIC
MAGMATICS OF THE SOMKHETI SEGMENT OF SOMKHETO-
KARABAGH TECTONIC ZONE
(NORTHERN ARMENIA)**

**© 2018 Gh.L. Galoyan *, R.L. Melkonyan *, L.S. Atayan*, S.-L. Chung **,
R.H. Khorenyan*, Y.-H. Lee ***, S.V. Amiraghyan***

**Institute of Geological Sciences NAS RA; 24a M. Baghramian Ave.,
Yerevan 0019, Republic of Armenia*

***Department of Geosciences, National Taiwan University, Roosevelt Rd., Taipei 106, Taiwan*

****Department of Earth and Environmental Sciences, National Chung Cheng University, 168
University Rd., Chia-Yi 62102, Taiwan
E-mail: ghazar.galoyan@gmail.com*

Received by the editor Поступила в редакцию 01.12.2017г.

In the present work the most important attention was paid to the Jurassic magmatic formations of the Somkhethi segment of Somkheto-Karabagh (SK) tectonic zone. The results of the petrologic-geochemical studies and U-Pb isotope dating in the magmatic rocks are presented, which have a decisive role in the context of further comparisons. Magmatism took place here in the Middle and Late Jurassic epochs; volcanism has had mainly submarine nature. The studied rocks are subalkaline (partly tholeiitic, mostly calc-alkaline) and are characterized by enrichment of LILE, partly LREE and depletion of HFSE compared to N-MORB. Expressed negative anomalies of Nb, Ta, and Ti indicate the subduction origin of magmatism. Obtained petrologic-geochemical data indicate the formation of basic-medium rocks from the subduction fluid metasomatized spinel-lherzolite mantle and the importance of the fractional crystallization during the formation of acid rocks. According to U-Pb dating, plutonic rocks have been formed in two main Middle and Late Jurassic intervals: ~ 165 Ma (plagiogranite formation) and ~ 155 Ma (tonalitic formation). As an alternative to the prevailing tectonic models, it is suggested that the Paleotethyan lithosphere was subducting to the south beneath the SK zone during Jurassic.

Keywords: *Lesser Caucasus, Somkheto-Karabagh, Paleotethys, Jurassic magmatism, subduction*

Introduction

In the Lesser Caucasus Jurassic magmatic formations are widely spread in the Somkheto-Karabakh (SK) tectonic zone and in the Spitak-Kapan (Galoyan et al., 2013) zone (including Tsaghkunyats metamorphic massif and Kapan block). The study of magmatic rocks of the SK zone with the use of modern methods and analytical equipments plays an important role in the context of both local and regional issues including the petrogenetic, geochronological and geodynamic studies. Comparison of Jurassic subduction magmatism manifestations in the southeastern (Karabagh) and northwestern (in Armenia: Lori and Tavush provinces) segments of SK tectonic zone has a special significance in the paleogeodynamic reconstructions of the Lesser (or South) Caucasus region. Meanwhile comparing the same type and coeval igneous manifestations of SK belt through southwestern Georgia to the Pontides (Turkey) and/or towards southeast (in Iran) has an important regional significance in the field of

geodynamic constructions of the central part of the Alpine-Himalayan orogenic belt.

The intermediate part of the SK belt is located in western Azerbaijan, about which new data (if any?) are unavailable to us. Meanwhile, its southeastern segment extends to the territory of the Mountainous Karabagh Republic (Artsakh), which was the basis of joint researches conducted by the Armenian-Taiwanese (Galoyan et al., 2013; Galoyan et al., 2013a) and partly the Armenian-Swiss groups (Mederer et al., 2014). In contrast to rather detailed lithological and mineralogical-petrographic studies in the Somkheta segment of this zone, which included a number of geologists' works (see below), modern and thorough geochemical studies of the main species of rocks of these formations are very limited or often lacking. So far, only two published works have been addressed in this issue, in a very limited number of samples (Mederer et al., 2014) or on limited chemical elements (Magakyan et al., 1985). Therefore, the work presented not completely but definitely can fill that gap.

1. Brief stratigraphy

The SK tectonic zone or anticlinorium (or terrain, subterrain), stretching about 350 km from north-west to the south-east, is the eastern continuation of the Eastern Pontides belt (Figure 1). With the Neotethyan ophiolites (Ankara-Erzincan-Sevan-Hakari suture) south of them these are separated from Gondwana-derived Taurides-Anatolides and South Armenian microplates or terrains (e.g., Sosson et al., 2010 for details). The SK zone consists mostly of Jurassic, partly of Cretaceous and Eocene age formations, with a total thickness of about 5 km (e.g., Leont'ev, 1949; Aslanyan, 1958; Paffenholz, 1959, Azaryan, 1963; Abdullaev, 1963; Lebedev, Malkhasyan, 1965). In the northwestern part of this zone, in the Somkheta segment (in Lori and Tavush provinces of RA), the volcanic, volcano-sedimentary, sedimentary and partly metamorphic formations of Paleozoic (partly), Mesozoic and Cenozoic ages are widely spread (Figure 2). At the same time, the Cretaceous and Paleogene deposits have superposed nature. The earliest occurrences of the zone are the metamorphic rocks of Precambrian-Lower Paleozoic represented by various schists, phyllites, marbles, quartzites and gneiss, which are cropping out in the Loki Massif in the south of the Republic of Georgia (in the *upper* Loki river basin). These rocks are cut by Upper Paleozoic (Hercynian) granitoids (e.g., Azaryan, 1963; Gamkrelidze, Shengelia, 2005; Adamia et al., 2011). In addition, the old metamorphic substrate in the SK zone is also outcropped in the upper streams of Hakhum (Armenia) and Asrik-Chai (Azerbaijan) rivers (e.g., Azaryan, 1963, Azizbekov, 1972). By the way, according to our preliminary fieldwork and observations, the old (i.e. Hercynian) age of metamorphic massif of Hakhum is doubtful, so the need for additional (thorough) field and especially new isotopic studies is a priority here.

Jurassic formations. The formations of this age are represented by all three: Lower, Middle and Upper Jurassic sections (Leont'ev, 1949; Aslanyan, 1949, 1958; Azaryan, 1963 and many others). Lower Jurassic (Liassic) and

Lower Aalenian formations are cropped out on the outskirts of the Loki massif (Georgia) and are represented exclusively by detrital deposits (about 400m thick). With a small output and thickness of 180-250m they were found in the core of Shamshadin (Tavush) anticlinorium as well (e.g., Azaryan, 1963; Mandalyan, Stepanyan, 2008). The Middle Jurassic (Bajocian, Bathonian, Callovian) is represented by a thick volcanic and volcano-sedimentary and partly sedimentary series (together with 2-2.5km thickness).

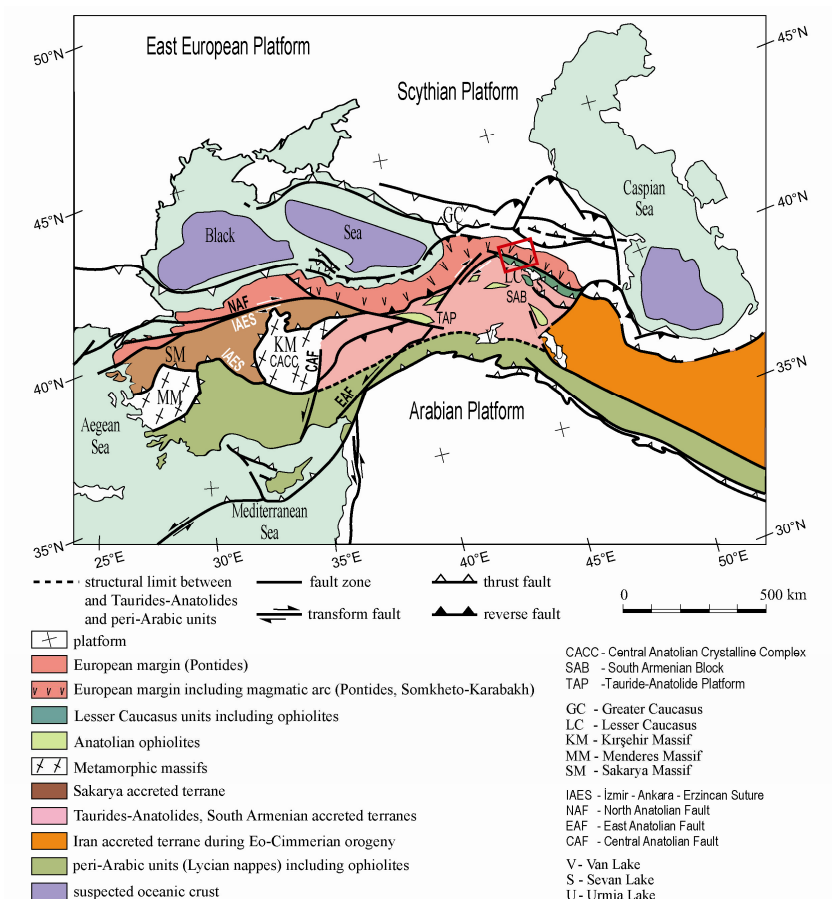


Figure 1. Structural sketch map of the Taurides-Anatolides, Caucasus and Iranian belts, after Avagyan et al. (2005), modified (Sosson et al. 2010; Hässig et al., 2015). Location of Figure 2 is indicated.

Within the limits of the Somkheto segment (in Armenia), the stratigraphy of Alaverdi anticlinorium was studied relatively well. Here, the earliest (beginning of the Middle Jurassic) volcanic formations are probably the lava and tuffaceous rocks of the Debed suite (300-550m thick; Sopko, 1961) in which the variety of andesite composition is dominant. According to Aslanyan (1949, 1958), these are part of the Lower Jurassic (Lower Liassic) formations, up to 1000m thick. Meanwhile, according to (Azaryan, 1963), in the Akhtala Mine area the Debed suite is placed on the “quartz porphyries” of Upper Bajocian Akhtala suite

(about 600m thick), and these are underlain by “plagioclase porphyrites” of the Storin (Lower) Akhtala suite. The latter were found in the area of Storin Akhtala village, at a well (at the depth of 500m) the floor of which was not found. Azaryan supposed that these porphyrites were transgressively placed on the terrigenous formations of Liassic-Lower Aalenian by analogy with the Loki massif.

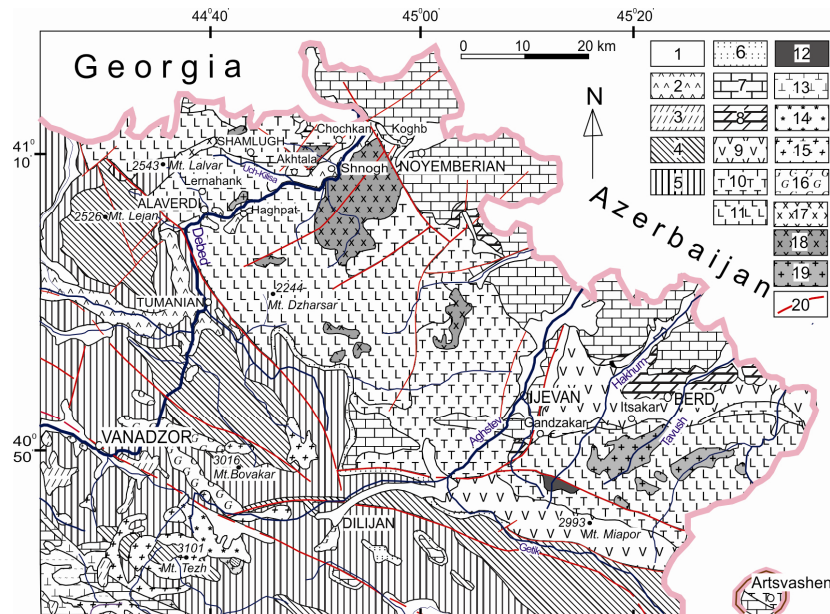


Figure 2. Schematic geological map of the Somkheta segment (in Republic of Armenia) of SK tectonic zone. Modified after (National Atlas of Armenia, 2007, pp. 26-27). 1 – U. Pliocene-Pleistocene sediments; 2 – U. Pliocene doleritic basalts; 3 – U. Miocene-L. Pliocene volcanics and volcanoclastics; 4 – U. Eocene volcanic and sedimentary series; 5 – M. Eocene volcanic, volcano-sedimentary and sedimentary series; 6 – Paleocen-L. Eocene sedimentary series; 7 – U. Cretaceous sedimentary and volcanic series; 8 – L. Cretaceous sedimentary and volcanic series; 9 – U. Jurassic-L. Cretaceous volcanic, tuffaceous and sedimentary series; 10 – U. Jurassic sedimentary, volcanic and tuffaceous series; 11 – L.-M. Jurassic volcanic, tuffaceous and sedimentary series; 12 – U. Carboniferous metamorphic series; 13 – U. Proterozoic metamorphic series; Intrusive formations: 14 – U. Oligocene-L. Miocene granite, granodiorite; 15 – U. Eocene-L. Oligocene granitoid, syenogranite, nepheline and alkaline syenite, monzonite, gabbro; 16 – U. Eocene gabbro, diorite, monzonite, granodiorite; 17 – M. Eocene gabbro, quartz diorite, granodiorite; 18 – U. Jurassic quartz diorite, tonalite, leucogranite; 19 – M. Jurassic plagiogranite, leucogranite; 20 – faults.

The next group are again the intermediate composition (andesite-dacite) pyroclastic formations of the Koshaberd suite (Grushevoy, 1935) with a thickness of 100-400m (Sopko, 1961), which are spread in the interfluvium of the Debed and Aghstev rivers. Occasionally, there are some not so thick effusive flows and tuffite sublayers. This suite covers conformably the Debed suite making together a single series, and, in turn, are covered by volcano-sedimentary (agglomerates, tuffs, tuffites, acid lavas, about 400m thick) rocks

of the Alaverdi-Shamlugh suite with their basis of the Upper Bathonian Ammonites (e.g., *Parkinsonia parkinsoni*; Azaryan, 1963). According to the latter, the total thickness of the Bajocian formations is about 1700-2000m.

Bathonian sediments (up to 120m thick) immediately continue to the Bajocian series and have a relatively limited distribution here. They are found only in the western part of the Alaverdi ore region and are represented by volcanic (“augite porphyrites”, which, according to (Aslanyan 1949), are Middle Bajocian) and mostly by sedimentary rocks, which are known as Shah-takht suite (Azaryan, 1963). These rocks are widespread in the east, in Tavush province (Armenia) and in the territory of Azerbaijan (around 1000m thick).

Callovia stage sediments have a transgressive nature (Aslanyan, 1949) and significant distribution (are available in all three geostructures: Alaverdi and Shamshadin anticlinoriums and Ijevan synclinorium) and are represented by a suite of sandstones (arkosic, tuffaceous, clayey, limy) and shales (clayey) of about 200m thick.

The Upper Jurassic is represented by Oxfordian volcano-sedimentary and volcanic formations (400m thick). The volcanic formations (perlite tuffs, “augite porphyrites”) are widespread in Alaverdi and Ijevan regions, which are represented primarily by pyroclastic and tuffo-sedimentary rocks (e.g., Aslanyan, 1949, 1958; Azaryan, 1963, Lebedev, Malkhasyan, 1965). In Tavush province, in the western part of Azerbaijan and in the territory of Artsakh the upper part of the Oxfordian stage (Lusitanian) is represented by exclusively coral reef and oolitic limestones (Leont’ev, 1949). In the watershed of Aghstev and Hakhum rivers, on the side of the ground road between Gandzakhar-Itsakar villages Oxfordian tuffites and limestones are also outcropped in which we have encountered a flow of nice pillow (that are “rotten”) lavas of about 50-60m thick, which contains limestone cement and lenses.

Cretaceous and Paleogene formations. Lower Cretaceous carbonate and terrigenous formations are common in the territory of Georgia, and partly in Noyemberyan and Berd regions of Armenia (Figure 2). The Upper Cretaceous formations are represented by volcano-sedimentary and sedimentary rocks, which are most commonly spread in the northeastern parts of the SK zone in Noyemberyan, Ijevan and Berd regions (Geology ArmSSR, v.2, 1964). Meanwhile, the formations of the Eocene age (about 1500m thick) locally with the conglomerates at base are common in the southwestern and western parts of the belt, which make up the Sevan-Shirak synclinorium (Sargsyan, 1966). Volcanic formations are also dominated here cut through by multiple Eocene age intrusions.

Intrusive formations in the study area have a relatively wide spread. They are represented mainly by acidic, partly of intermediate composition as abyssal (plutonic), as well as hypabyssal (subvolcanic) bodies, which belong to both the Middle and the Upper Jurassic ages. They cut respectively the Lower(?) - Middle and Upper Jurassic volcanic, volcano-sedimentary, and partly sedimentary formations. Younger intrusions, including the dikes and sills, are not discussed here.

Plutonic rocks are commonly known in the studied area as *plagiogranitic* and *tonalitic formation* types (e.g., Magmatic and metamorphic formations of the ArmSSR, 1981). From the point of view of the petrologic and especially of geodynamic issues the Middle Jurassic plagiogranites are very important. They have a significant role in the Shamshadin (Tavush) anticlinorium (Geology ArmSSR, v.3, 1966; Magmatic and metamorphic formations of the ArmSSR, 1981), which are represented by several major intrusive bodies (e.g., Tavush and Khndzorut, about 50 km², Figure 2), whereas in Alaverdi area the most famous is the lesser massif of Haghpat (north of Haghpat village; about 6 km²). In the latter some smaller outcrops (≤ 1.5 km²) of gabroid phase rocks are also separated (Melkonyan, 1970).

The plutons of Tavush anticlinorium has been intruded in three main phases: plagiogranitic, plagiogranite-porphyry and pink granite (Ghazaryan et al., 1966; Magmatic and metamorphic formations of the ArmSSR, 1981). According to (Aslanyan, 1958), these massifs have been intruded in Late Bajocian and are genetically linked to effusive quartz plagioporphyries. The intrusions of plagiogranites of Tavush and of pink granites of Kenatssar have been carefully sampled and studied by us as well.

In the SK tectonic zone the Koghb-Shnogh polyphase intrusion is the largest (about 90 km²), which is composed (e.g., Melkonyan, 1970) of quartz diorite-tonalites (phase I), leucogranites (phase II) and trondhjemite-plagioclasites (III phase). The Chochkan massif is the north-western continuation of the latter on the left bank of the Debed river (Figure 2).

In the Alaverdi ore region (the most spread near the village of Shamlugh and homonymous Mine surroundings) the “albitophyres” (albitized rhyolite porphyries, according to Melkonyan, 1970) have their unique place, which are sill-like, sometimes dike-like mainly cutting brown-pink bodies especially in Callovian sedimentary series of sandy tuffites and shales. However, they are often non-parallel emplaced with the stratification of host rocks. Macroscopically these acid rocks are remarkable by the presence of excellent phenocrysts of albite. Quartz albitophyres played a significant role in the generation and localization of copper mineralization (e.g. details, in Grushevoy, 1935).

2. The age of magmatism

In the Somkhети segment of SK zone the Middle Jurassic magmatic formations according to their lithological composition are grouped into following main formations: *andesitic*, *plagiorhyolitic* and *plagiogranitic* (Magmatic and metamorphic formations of the ArmSSR, 1981). According to the same source, the formations of Upper Jurassic-Lower Cretaceous (hence, Upper Jurassic) are grouped in the *andesito-basaltic*, *rhyolitic* and *tonalitic formations*.

According to the K-Ar method dating, the representative rocks of the andesitic formation that is commonly found both in Alaverdi and Shamshadin anticlinoriums have 167 Ma and 165 Ma ages, respectively (Baghdasaryan, Ghukasyan, 1985). According to the same source, the rocks of plagiorhyolite

formation in these structures have 170-163 Ma and 177-162 Ma ages, respectively, and the rocks of plagiogranite formation are 152-148 Ma and 153-145 Ma. Again after (Baghdasaryan, Ghukasyan, 1985), the basalt-andesitic (~134 Ma) and rhyolitic (~143 Ma), as well as tonalitic (144-136 Ma) Upper Jurassic-Lower Cretaceous formations of Alaverdi anticlinorium have relatively younger ages, which in the present *Geologic time scale* (International Chronostratigraphic Chart, 2017) correspond to the Early Cretaceous. However, according to the latest Rb-Sr dating, first-phase tonalites and quartz diorites in the Koghb-Shnogh intrusion have an age of 164 ± 6 Ma and the second phase leucogranites of 156 ± 3 Ma (Melkonyan, Ghukasyan, 2004).

Note that, except Rb-Sr data, the other ages of plutonic rocks are relatively younger (around 15-20 million years) than those in Artsakh (Galoyan et al., 2013). Although we are anticipating (expecting) to review the age-related issues of plutonic formations of the Somkheti segment, here we present the first U-Pb dating results on Haghat, Chochkan and Shnogh-Koghb intrusions, equipped with new geochemical data. Accordingly, Haghat's plagiogranites have a Bajocian-Bathonian age of 165 ± 4 Ma, and tonalites of the Shnogh-Koghb intrusion (152 ± 4 Ma) and tonalites (155 ± 4 Ma) and pink leucogranites (152 ± 4 Ma) of Chochkan massif have Oxfordian-Kimmeridgian ages maximum. This age domain also includes a plagiogranite dike (151 ± 4 Ma) in the Shnogh-Koghb massif and an andesitic dike (155 ± 6 Ma) in the Alaverdi ore field. Thus, the obtained data are quite comparable with the ages obtained (Galoyan et al., 2013) on plagiogranites of the Berdadzor (Bululduz) intrusion (~177 Ma, the oldest in this zone) and on granodiorite-tonalite rocks of the Mehmana intrusion (154-147 Ma) from the territory of Artsakh.

3. Petrography

Petrographic description of the widespread magmatic formations in the region has been brought in numerous researchers' works (Grushevoy V.G., Stepanyan H.S., Aslanyan A.T., Paffenholtz K.N., Sopko P.F., Azaryan N.R., Malkhasyan E.G., Lebedev A.P., Balasanyan S.I., Baghdasaryan G.P., Ghazaryan H.A., Melkonyan R.L., Chubaryan H.A., Tumanyan H.A., Mandalyan R.A., Muradyan K.M. and many others). Thus, various "porphyrites" (old name) dominate in volcanic formations of the region. The middle Jurassic rocks of tuff and/or lava series are noticeably altered by propylitization (Grushevoy, 1935). The rocks are characterized by *amygdaloidal* texture, in which the vesicles (≤ 1 cm) are filled with different proportions of secondary minerals such as chlorite, epidote, calcite, quartz and rarely zeolites.

Comparatively fresh varieties of basic-medium composition lavas are characterized by the groundmasses of intersertal and andesitic textures e.g., hyaline, hyalopilitic, microlitic, ophitic and microgranular. The groundmass of non-fresh varieties are chlorite-carbonatized or filled with powder-grains of ore mineral. Rare olivine grains are partly decayed and replaced by opal and serpentine. Plagioclase phenocrysts are quite altered, highly pelite-carbonatized, rarely represented by albitized grains. Present clino- and orthopyroxene grains

are replaced by epidote-zoisite, while the rims of those grains are sometimes replaced by secondary amphiboles. Plagioclase phenocrysts are commonly represented by albitized grains, and rare clinopyroxene grains are represented mainly by secondary amphiboles. At the groundmass and in the phenocrysts it has often been formed pelite, chlorite, carbonate, epidote, urallite, albite and quartz secondary minerals and their microaggregates. Depending on the epidote's predominance, sometimes the rocks pass into an epidosite.

Tuffs, tuffaceous and lava-flow breccias, which are easily recognizable due to stratification, with their composition and secondary modification are similar to lava varieties. On the road in the valley of Uch-Kilisa tributary of Debed river we discovered real pillow lavas (with balls of 50-80 cm) under the tuff horizon, which are also characterized by amygdaloidal texture. Here, the phenocrysts are represented by almost entirely altered (carbonate, clay minerals, prehnite) large prismatic crystals (2.7-1.8 mm) of plagioclase and chlorite-carbonatized grains of mafic minerals. Vesicles are mostly filled with chlorite, epidote, sometimes with quartz and carbonate.

In the southwestern outskirts of the villages of Lernahank (Madan) and Shamlugh, we have encountered fluidal textured dacitic lava-flow breccias and tuffs (Koshaberd suite), which are characterized by gray-purple but mostly gray-greenish debris (clasts, up to 4-5 cm, rarely 8-10 cm) and cement.

Rhyolitic lavas known as quartz- or simply "*keratophyres*" or "albitophyres" or "quartz porphyries" are pink or greenish-brown, but mostly purple. Macroscopically they have fluidal appearance due to clear and dark stripes. These are characterized by porphyric texture and crypto-microcrystalline and sometimes felsitic textures of groundmass. Phenocrysts are represented primarily by grains of corroded quartz and sometimes of plagioclase (altered to pelite-carbonate). In the quartz-feldspathic micromass there are also chlorite, sericite and carbonate minerals. In addition, it is also rich in ore mineral (possibly hematite) micro-enclosures, depending on which the rocks have purple coloring (Dodin, 1935; Grushevoy, 1935).

In the intrusion of Tavush (~10 km SW from Berd town) the plagiogranites dominate, which are small-medium grained, and sometimes porphyric. Rarely, there are varieties of diorite and quartz-diorite, especially in its exocontact parts. A detailed petrographic description of the specimens of plutonic rocks was given by (Balasanyan, 1963; Ghazaryan et al., 1966). They are mainly characterized by quartz-feldspathic composition, by proportion of 30-50% and 40-60%, respectively. The role of potassium feldspar is insignificant, sometimes it is absent. Colored minerals ($\leq 5\%$) are mostly represented by hornblende and less biotite, and accessory minerals such as ore mineral, sphene, apatite and zircon are present. Cutting porphyry granites are fine-grained, with brown and pink coloring. Porphyry enclosures (35-45%) are represented with plagioclase and quartz, which are included in the hypidiomorphic granular microtexture, which by its composition is similar to those of the previous ones. The alterations are represented by chlorite, epidote, actinolite, albite, sericite, carbonate minerals and pelite formations. Pink granites are equigranular,

hypidiomorphic granular and sometimes aplitic textured rocks, in which the role of potassium feldspar (orthoclase and microcline) is considerably increased (~30%) at the expense of plagioclase (~20%). Although colorful minerals are not many, they are mainly represented by biotite. Accessories are represented by magnetite, zircon, apatite, and secondary minerals are albite, sericite, chlorite and limonite.

Detailed petrographic description of the Haghpat intrusion rocks was given by (Balasanyan, 1963; Ghazaryan, 1971; Melkonyan, 1976). Plagiogranites are mainly medium grained, have gray and pink coloration with yellowish-brown alteration surfaces. They are often encountered with columnar separations by which easily differ (distinguish) from the distance from the hosting volcanites. They are characterized mainly by quartz-feldspathic composition with 20-50% and 50-70% proportion. Feldspars are represented by oligoclase-andesine, which are mostly disintegrated, argillized. Colored minerals are formerly amphiboles mostly chloritized, and also biotite grains (1-3%) encounters. Accessories are often found in rocks, such as apatite, zircon, and leucosene (sphene).

The Koghb-Shnogh intrusion, part of which is also the small massif of Tsaghkashat (4 km²), is a polyphase formation in which the three main phases of rocks were separated (e.g., Melkonyan, 1970, 1976). Accordingly, phase-I is represented mainly by biotite-hornblende tonalites and quartz diorites. In the endocontacts of intrusion, on the one hand are found the most basic varieties: pyroxene-hornblende-quartz diorites, quartz diorites, diorites, and on the other hand acid ones – biotite-hornblende granodiorites and even granites. Phase-II is represented by small stock-like leucocratic granite bodies. Phase-III is represented by trondhjemites (plagiogranite) and plagioclasites. Veined magmatic formations are represented by aplites, plagiorhyolites, granites and granodiorites. The petrographic details of various rocks are presented in the works (Ghazaryan, Balasanyan, 1966; Melkonyan, 1970, 1976). The rocks are characterized mainly by hypidiomorphic granular, sometimes porphyreous textures. Main rock forming minerals of these rocks, according to the above-mentioned names, are represented by different proportion of plagioclase, potassium feldspar, quartz, and from mafic minerals: pyroxene (partly), mainly amphibole and biotite, as well as magnetite, apatite, zircon, sphene and rutile from accessories. Secondary minerals are represented by chlorite, epidote, sericite, carbonate, limonite and pelite.

The principal petrographic feature of plagiogranites is that they have basically a biminerall composition, i.e. plagioclase (oligoclase-andesine) and quartz (total ~90% and more, with quartz up to 40%). They contain a small amount of hornblende grains. Plagiogranite-porphyrates of phase-II are characterized by the presence of large amounts of quartz, in the absence of hornblende and rarely with presence of biotite and K-Na feldspar. The quantities of K-Na feldspars (up to 45%) and biotite (up to 5.5%) are sharply increased in leucocratic granites; at the same time, in the plagioclases increases the albitic component.

4. Geochemistry

Contrary to rather detailed lithologic-geological and mineral-petrographic studies, contemporary and thorough geochemical studies of the main rock varieties of these formations are very limited or often lacking. So far, only few published works have been addressed in this issue in a very limited number of rock samples (Mederer et al., 2014) or limited chemical elements (Maghakyan et al., 1985; Melkonyan, 1989). Therefore, in the present work relatively more attention has been paid to the geochemical investigations.

The chemical composition of only major elements of 38 samples of Jurassic magmatic rocks were determined at the Chemical laboratory of the Institute of Geological Sciences of NAS RA (these silicate analyses are not shown in the table, but in Figure 3). The scrupulous geochemistry of 10 samples from the Alaverdi region was determined at the Chemical laboratory of Department of Geosciences, National Taiwan University. Particularly, the major elements were determined by X-ray spectrometry (XRF), and rare earth and the other trace-elements by the method of inductively-coupled plasma Mass spectrometry (ICP-MS) (Table).

Major elements. According to geochemical analysis of major elements, the studied magmatic rocks show quite a similarity to the Lori and Tavush provinces (Figure 3A-C). They are characterized by the normal alkaline chemistry (i.e., subalkaline series), ranging from basalts to rhyolites, as well as several trachy-basalts and trachy-andesites encounter (with volatile free basis). The classification of volcanic rocks was carried out according to TAS (total alkali-silica) diagram and petrographic descriptions. In the AFM diagram, these are mainly plot in calc-alkaline field, with the exception of several plagiogranites of Haghat intrusion that are tholeiitic.

According to the K_2O-SiO_2 ratio these rocks belong to the low-K (tholeiitic) and medium-K (calc-alkaline) fields. Mg # (Mg-number) for basalts varies from 52 to 65. The bulk of the rocks is saturated with silica and is quartz- and hypersthene-normative (1-40%, 2.5-25.5%, respectively), and some of them are *silica*-undersaturated, characterized by olivine- and nepheline-normative (14-16.5%, 1-9%, respectively) compositions. It should be recalled that the volcanic rocks are variably metamorphosed in prehnite-pumpellyite and lower greenschist facies, and the presence of the spilites is caused by underwater alteration of rocks. Accordingly, the most important attention here is paid to the relatively stable trace-elements behavior.

Trace-elements. In contrast to majors, some trace-elements and especially high field strength elements (HFSE) are more stable to the above-mentioned changes (e.g., Pearce, 1983; Michard, 1989), so they most accurately represent the primary composition of the source and the magmatic rocks.

In normal Mid-ocean ridge basalt (N-MORB) normalized multi-element diagram the Middle Jurassic magmatic rocks are arranged in two groups of patterns, which are represented by basic-medium and acidic varieties, respectively (Figure 4). These rocks are characterized by the depletion of Nb, Ta and Ti elements characteristic of the *island arc* formations (e.g., White &

Patchett, 1984; Taylor & McLennan, 1985). In the basic-medium rocks it is noticed Zr and rarely P weaker expressed, and in acidic varieties stronger P and Ti negative anomalies. In general, these rocks are characterized by Ba, Rb, K large-ion lithophile elements (LILE) and Th higher contents (2-40 times) compared to N-MORB.

Table. Chemical compositions of the Jurassic magmatic rocks from N-NE Armenia (*the major elements in wt%, other elements in ppm, LOI is not defined*).

Age	Lower(?) - Middle Jurassic complex						Upper Jurassic complex			
N/N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sample (11ARM)	20A	29A	22A	21A	25A	28A	27A	19-2A	24-1A	24-2A
Name	basaltic andesite	basaltic andesite	basaltic trachy-andesite	rhyolite	plagio granite	andesite	andesite (dike)	quartz diorite	tonalite	leuco granite
<i>N°(41.)</i>	.14914	.12745	.15975	.16194	.11592	.11531	.10520	.09654	.17587	.17617
<i>E°(44.)</i>	.77507	.64602	.73022	.72866	.70738	.65006	.65629	.87391	.81818	.81802
SiO ₂	52.13	53.52	49.91	75.18	73.55	55.67	56.25	63.91	64.53	78.09
TiO ₂	0.63	0.65	0.80	0.21	0.42	0.55	0.67	0.49	0.66	0.11
Al ₂ O ₃	18.88	16.78	17.66	11.80	12.46	17.90	15.78	17.60	16.21	12.57
Fe ₂ O ₃	9.31	9.06	10.07	1.76	5.14	8.19	7.12	3.09	4.50	0.57
MnO	0.14	0.06	0.20	0.07	0.06	0.23	0.12	0.07	0.07	0.00
MgO	4.20	4.58	4.74	0.40	0.61	4.03	6.12	2.36	1.96	0.28
CaO	8.42	8.71	5.59	2.83	1.46	5.77	8.60	5.50	2.99	0.39
Na ₂ O	4.11	2.69	4.47	1.91	4.81	4.19	2.53	5.15	4.97	4.41
K ₂ O	0.61	0.17	1.02	2.33	0.63	0.21	0.22	0.50	2.06	4.64
P ₂ O ₅	0.10	0.22	0.16	0.05	0.10	0.10	0.15	0.06	0.18	0.06
total	98.54	96.42	94.62	96.54	99.24	96.84	97.56	98.73	98.15	101.1
(Mg#)*	49	52	50	33	20	52	65	62	48	52
Rb	16	4.9	23.3	60.7	14	4.2	2.79	13.38	57.8	130
Sr	254	208.0	87	29	104.0	172	388	392	241.0	19
Y	16.3	19.9	18.5	28.7	36.1	13.6	15.7	13.3	21.6	15
Zr	37	20	41	114	101	38	92	124	177	88
Nb	1.10	1.00	1.70	3.40	3.80	1.30	5.2	4.3	12.1	10.9
Ba	199	29	235	161	96	34	129	106	297	328
Hf	1.06	0.6	1.14	3.17	2.77	1.09	2.26	3.06	4.16	3.24
Ta	0.069	0.057	0.091	0.234	0.236	0.086	0.39	0.317	0.917	1.816
Pb	29.16	2.1	32.25	3.3	24.66	18.6	15.5	1.8	5.45	19.23
Th	0.56	0.27	0.39	2.26	1.55	0.67	3.4	1.36	4.11	14.48
U	0.22	0.46	0.14	0.78	0.54	0.23	0.86	0.29	0.87	1.61
V	260.4	278.2	248.1	1.2	5.97	158	163.5	72.31	78.18	3.04
Cr	94	78	31	38	33	25	134	55	60.0	87
Co	16.3	27.9	23.3	1.5	3.7	16.2	25.1	7	10.4	1.0
Ni	48	44	27	18	17	20	55	31	36	45
Cu	93.63	98.4	14.7	17.9	4.82	81.7	137.3	49.26	33.44	15.7
Zn	231.2	73.4	112.60	41.3	20.4	77.6	65.6	15.5	35.5	12.1
La	3.3	3.2	4.3	10.5	7.9	3.9	11.8	4.5	13.6	25.5
Ce	7.3	7.3	9.8	21.3	18.7	8.4	23.1	9.9	28.2	48.7
Pr	1.04	1.07	1.38	2.86	2.64	1.17	2.81	1.43	3.46	4.54
Nd	5.0	5.4	6.34	12.1	12.4	5.2	11.0	6.4	13.7	14.13
Sm	1.59	1.78	1.92	3.30	3.85	1.53	2.58	1.85	3.21	2.52
Eu	0.604	0.731	0.698	0.643	1.058	0.579	0.833	0.63	0.929	0.320
Gd	2.06	2.65	2.38	3.58	5.01	1.98	2.69	1.94	3.45	2.17

Tb	0.378	0.441	0.426	0.620	0.838	0.332	0.421	0.332	0.546	0.359
Dy	2.62	3.02	2.95	4.27	5.76	2.24	2.59	2.13	3.54	2.26
Ho	0.6	0.706	0.672	0.971	1.31	0.515	0.566	0.471	0.763	0.498
Er	1.7	2.02	1.94	2.89	3.83	1.51	1.57	1.32	2.16	1.54
Tm	0.2612	0.301	0.296	0.467	0.600	0.242	0.236	0.213	0.331	0.277
Yb	1.69	1.93	1.97	3.16	3.95	1.59	1.55	1.47	2.27	2.02
Lu	0.257	0.3	0.305	0.490	0.61	0.248	0.23	0.234	0.342	0.328
ΣREE	28.4	30.9	35.4	67.2	68.4	29.4	62.0	32.8	105.2	76.5
Eu/Eu*	1.02	1.03	1.00	0.57	0.74	1.02	0.97	1.02	0.85	0.42
(La/Sm) _n	1.34	1.16	1.45	2.05	1.32	1.65	2.95	1.57	2.74	6.53
(La/Yb) _n	1.40	1.19	1.57	2.38	1.43	1.76	5.46	2.20	4.30	9.06
Dy/Yb	1.55	1.56	1.50	1.35	1.46	1.41	1.67	1.45	1.56	1.12
Ba/Rb	12.4	5.9	10.1	2.65	6.86	8.1	46.2	7.9	5.1	2.5
Rb/Sr	0.06	0.02	0.27	2.09	0.13	0.02	0.007	0.03	0.24	6.84

* $Mg\# = 100 * Mg / (Mg + Fe^{2+})$

Upper Jurassic magmatics in the N-MORB-normalized diagram are characterized by higher contents of Ba, Rb, K and Th (3-100 times) and light lanthanides (up to 2-10 times) than the Middle Jurassic ones (Figure 5A). Also, the Nb and Ta minimums in these spectra are slightly weaker. These rocks are characterized by Ti strong, and P and Sm weaker minimums. At the same time, the only leucogranite of Chochkan intrusion distinguished by the lowest P, Ti content and by Ta maximum. From these characteristics, and especially from the comparison with the Haghpatt intrusion plagiogranite pattern (sample ARM25A) it becomes apparent that the Middle and Upper Jurassic magmatics differ in the content and behavior of the trace elements, and may be generated by the *various composition* of melts.

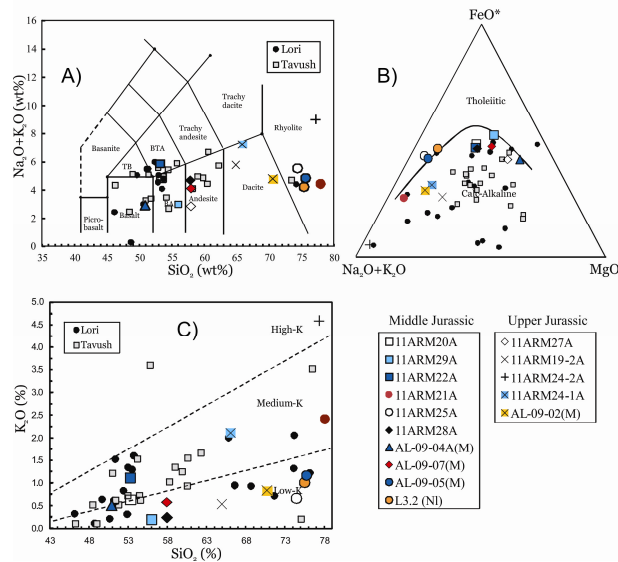


Figure 3. Distribution of studied Middle-Upper Jurassic magmatic rocks in the classification diagrams: A – TAS (Le Maitre et al., 1989), B – AFM (*boundary line* of Irvine & Baragar, 1971), and C – K-Si (Le Maitre et al., 1989). With larger symbols are shown new XRF analyses (see the table), also AL-09-02 to AL-09-07 samples from (Mederer et al., 2014), and L3.2 sample from (Neill et al., 2015).

Rare earth elements (REE) distribution in the studied rocks also indicates different levels of their content (Table). Middle Jurassic magmatics are characterized by quite smooth and parallel spectra (Figure 4B). Volcanics of the basic-medium composition are characterized by the minimum REE (28-35 g /t), and acidic rocks with double content. Moreover, the growth of content in rhyolites and plagiogranites is almost proportional to both light and heavy lanthanides. Additionally, the similarity of the normalized spectra of trace elements (including REE) in these rocks can be explained by their possible genetic links. Middle Jurassic magmatics are characterized by weak enrichment of light lanthanides compared with the medium-REE ((La/Sm) n = 1.2-1.5, sometimes 1.6-2.0) and heavy-REE ((La/Yb) n = 1.2-1.6, sometimes 1.8-2.4).

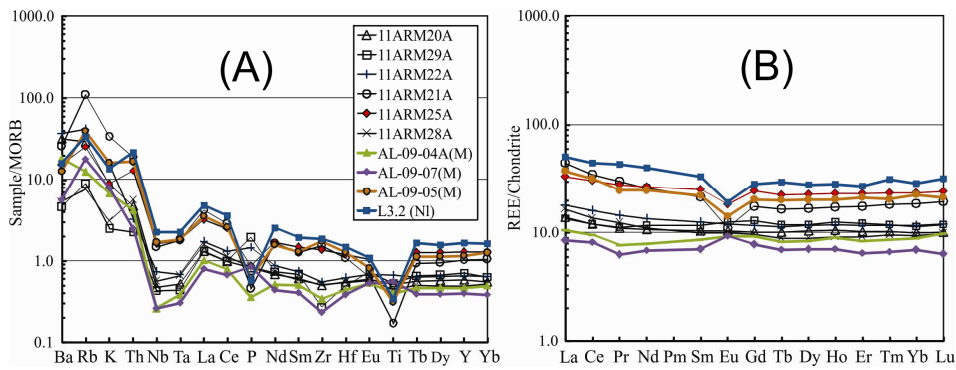


Figure 4. N-MORB (A) and Chondrite-normalized (B) spider diagrams for igneous rocks of Lower(?)–Middle Jurassic age. Normalizing values are from (Sun and McDonough, 1989). K, P and Ti are after XRF analyses.

REE contents in the Upper Jurassic andesite dike and rocks of tonalite formation (quartz diorite, tonalite, leucogranite) are clearly distinct from the previous ones, which is partly due to the potassium content. Compared to the Middle Jurassic basic-medium rocks, these rocks are marked by the significant enrichment of light-REE compared with the medium-REE ((La/Sm) n = 1.6-6.5) and heavy-REE ((La/Yb) n = 2.2-9.0). Nevertheless, the latter with their medium- and heavy-REE contents are significantly lower than those in Middle Jurassic Haghpat plagiogranites (Figure 5B).

In the Middle Jurassic formations, contrary to basalt-andesitic rocks, samples of rhyolite and plagiogranite are remarkable by clearly visible Eu minimums ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.57$ and 0.74) despite their high plagioclase content. In general, these acidic rocks are distinguished by the high position of their spectra; they are rich in trace elements, which is due to the high degree of fractional crystallization. Unlike the Haghpat intrusion plagiogranite, the Eu minimums ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.85-1.0$) are not characteristic of the Upper Jurassic tonalites (neither the andesite), whereas the only leucogranite is marked by significant Eu deficiency ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.42$) due to plagioclase early fractionation.

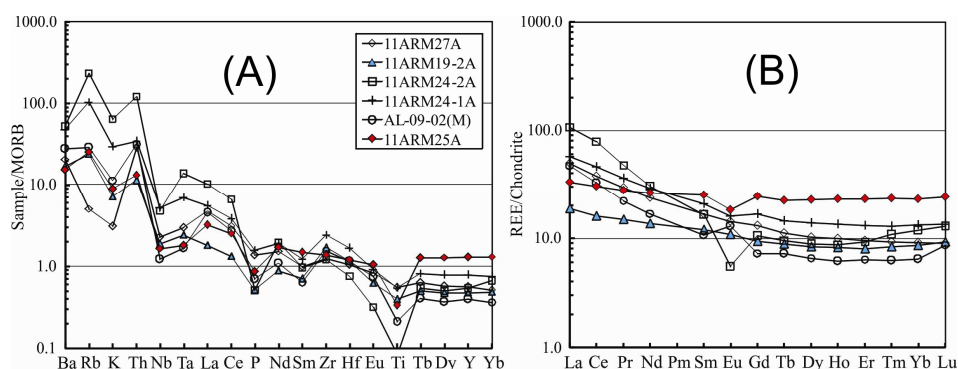


Figure 5. N-MORB (A) and Chondrite-normalized (B) spider diagrams for an andesitic dike and plutonic rocks of the Upper Jurassic Koghb-Shnogh and Chochkan massifs. Normalizing values are from (Sun and McDonough, 1989). K, P and Ti are after XRF analyses.

5. Discussion

On volcanism and stratigraphic issues. In the geologic provinces represented mainly by volcanic formations paleontological interpretations and stratigraphic subdivisions are often complex and intricate between different suites and/or series. Especially in the absence of sedimentary rocks, the only solution is the isotopic dating. Most researchers believe that in the Mesozoic formations of northern Armenia the Debed suite is the oldest. However, according to Azaryan, within the Akhtala Mine area the Debed suite is placed on the Upper Bajocian quartz-porphyrries of Akhtala suite. So the age of the Debed suite can not be older than the Upper Bajocian (Azaryan, 1963). Whereas these quartz-porphyrries are a cutting body, i.e. an hypabyssal intrusion (Aslanyan, 1949; Zohrabyan, 1971). According to Azaryan, on the other hand, the Koshaberd suite covers the Debed suite conformably and is covered by the Alaverdi-Shamlugh suite, at the base of which are also found the Upper Bajocian Ammonites (*Parkinsonia parkinsoni*, Sow). Therefore, he concluded that the age of the Debed suite also corresponds to the Upper Bajocian. Meanwhile, according to (Melkonyan, 1970), the volcanics of the Debed and Koshaberd suites have an age of Lower Bajocian. It is not excluded that the suite of Debed (also of Koshaberd, Aslanyan, 1949) was(were) formed earlier than the Bajocian (e.g., in the Late Triassic-Early Liassic, Aslanyan, 1949) taking into account also the oldest U-Pb age (~169 Ma, this study) of Haghpat massif that is intruded in them.

One of the most important issues in geology is environment of the volcanism. Still Aslanyan (Aslanyan, 1949) stated that the “lower porphyritic series” (i.e. Debed suite) was accumulated in underwater conditions as the “porphyrites” were replaced by layered sandstones. Meanwhile, according to him, the upper “tuff-breccia” series and acid effusions have been formed in continental or subcontinental conditions.

Unlike the Bajocian (with assumption if all series are Bajocian), the Bathonian is characterized by a sharp declination in volcanic activity. Although

the pyroclastic material exists in almost all sections of Bathonian, lava effusions/explosions are of noncontinuous nature (Leont'ev, 1949). Despite the absence of volcanism, the Callovian formations are expressed in deep-sea (i.e. pelagic) clayey and shallow-sea sandstone-carbonate facies, respectively, in the north-east and south-west of the belt (Aslanyan, 1949). According to the same source, in Oxfordian the volcanism is strongly restarted first in the subaerial and then continued in subaqueous conditions. The evidence of the latter is the presence of the pillow basaltic flows and intercalated with them reef limestones e.g., in the middle part of the towns of Ijevan and Berd.

Geochemistry and geodynamic setting. According to the petrochemical (i.e., major elements) characteristics the Lower(?)–Middle Jurassic basalts correspond to the low-potassium and low-titanium tholeiites, and calc-alkaline basalts to the Pacific *island arcs* (Jrbashyan et al., 1996). Moreover, according to geochemical features, Jurassic-Cretaceous volcanism of the northern Armenia shows a similarity with the primitive tholeiitic volcanic associations of the *island arcs* (Maghakyan et al., 1985).

According to our data, the geochemical peculiarities of Middle Jurassic magmatics especially the enrichment of LILE (Ba, Rb, K) and depletion of HFSE (Nb, Ta, Zr, and in acid rocks Ti and P as well) confirm the subduction origin of the studied rocks due to the partial melting of mantle wedge, under the influence of the slab derived aqueous fluid-mobile elements during the dehydration reactions (Tatsumi and Takahashi, 2006). In addition, in the basalt-andesitic rocks of the Middle Jurassic the flat REE spectra suppose the melting from already *LREE-depleted mantle portion* or even from *mantle melting* that is similar to the MORB source. At the same time, in the rhyolite-plagiogranite samples the REE spectra remains almost the same, with the general enrichment, which is caused by fractional crystallization of the melt. In these rocks Eu clear minimums ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.57\text{--}0.74$) are explained by early fractionation of plagioclase, which is also confirmed by its behavior ($\text{Eu}/\text{Eu}^* \geq 1.0$) in basalt-andesitic rocks. Similar features of REE have already been discovered in similar type and same aged formations of the territory of Artsakh, Karabagh segment of SK (Galoyan et al., 2013), which testifies to the *generality of magmatism* in both Somkheta and Karabagh segments of SK zone and, therefore, about the common magmatic origin of source and the geodynamic situation in them. Although no primitive ($\text{Mg}\# = 65$) varieties were found in the basalt-andesitic rocks analyzed (e.g., $\text{Mg}\# \leq 65$), the absence of significant REE differentiation ($(\text{La}/\text{Yb})_n = 1.2\text{--}1.8$) implies mantle source of melt at the level of *spinel facies of peridotites* (e.g., Genç and Tüysüz, 2010 and references therein).

The issue of magmagenesis and source of volcanism is the most interesting in a variety of subduction situations, because the magma is polygenetic here. It can be formed by melting of (1) subducted oceanic slab, (2) asthenospheric or lithospheric mantle, and eventually (3) the oceanic or continental crust that dives by the oceanic slab. All of these processes proceed in complex conditions of variability: such as partial melting, fractional crystallization, contamination, mixing/mingling of two magmas etc. These

complicate not only the magmagenation process but also its interpretation and identification. On the other hand, given the Eu chondritic or approximate contents (i.e., $\text{Eu}/\text{Eu}^* \approx 1.0$) in these rocks, the role of crustal contamination becomes insignificant.

The samples of the Upper Jurassic andesitic dike and tonalitic formation have *subparallel* and similar spectra which indicates the genetic link between them (Figure 5B). These are characterized by moderate LREE enrichment $(\text{La}/\text{Yb})_n = 2.2\text{--}5.5$) and double-depletion with medium-REE $((\text{La}/\text{Sm})_n = 1.6\text{--}2.9)$ compared with the Middle Jurassic rocks (excluding the 21A sample). These concave-shaped patterns are the result of the fractionation of amphibole and clinopyroxene. The fractionation of amphibole is also strengthened by the lack of Eu minimums ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.85\text{--}1.0$). Based on the incompatibility of REE spectra between rocks of the upper Jurassic tonalitic formation and Middle Jurassic plagiogranites of Haghpat intrusion it is not difficult to conclude that their melts have had two different sources.

By the way, based on the peculiarities of the material composition of the tonalitic formation, in particular: (1) the presence of typomorphic minerals (e.g., scheelite, cassiterite) of the crystalline basement of the region in tonalites, (2) the significant increase in the content of REE minerals (orthite, cyrtolite, xenotime) and elements Sn, W, Pb, Ta, Nb from tonalites to leucogranites, (3) the nature of oxygen-isotopic shifts in quartz-magnetite pair in different phases of rocks, which has an indicative significance for differentiation and assimilation processes (Hakobyan, Melkonyan, 1986), the decisive role in the process of forming of the tonalitic formation was assigned to the intense interaction (assimilation, mixing) of the basite melt with the crustal acid composition (Melkonyan, 1989).

Using discrimination diagrams for granites (Pearce et al., 1984, not shown), studied acidic rocks are grouped into VAG (volcanic-arc granites) and/or syn-COLG (syn-collisional granites) fields. However, in the case of the Ta-Yb couple, Haghpat's plagiogranite fall into the VAG, and the Chochkan leucogranite into the syn-COLG fields.

So far, the absence of geochemical (including isotopic) analyzes of mostly basic rocks (especially in the case of Upper Jurassic) limits full discussion and evaluation of the issues related to the petrogenesis of magmatic rocks and geodynamic situation. In this regard, regional comparisons are interesting. The SK zone is mostly considered (e.g., Adamia et al., 1981; Yilmaz et al., 2000; Sosson et al., 2010; Dokuz et al., 2017) the eastern continuation of the Eastern Pontides (Figure 1). Especially, the magmatic activity by basaltic volcanic and granitic plutonic formations of Kimmeridgian-Tithonian stages (155-150 Ma) on a small scale also exists in Eastern Sakarya zone (Dokuz et al., 2017). According to these authors, the magmatic rocks of the Upper Jurassic have a *collision signature* (subduction-related and intraplate-type magmatism), which is the result of the mechanism of *slab breakoff* during the continental arc-continent collision process. Although only using geochemical data, it is difficult to distinguish the magmatism nature related either subduction or collision

process, the N-MORB- and the Chondrite-normalized trace element patterns of the Upper Jurassic magmatics studied by us differ significantly from those of the Eastern Sakarya zone rocks, so we tend to attribute the Late Jurassic magmatism to the subduction process unlike them.

Issues related to the regional geodynamic setting. The SK zone is of critical importance in the context of regional geodynamic issues. It is assumed that SK is part of the Pontides–Lesser Caucasus–Iranian andesitic zone and, as an *island arc*, is located on the Eurasian active continental margin, closing the Tethyan basin from the north (since Adamia et al., 1977, 1981, 1982; Zakariadze et al., 1982; Maghakyan et al., 1985; Kazmin et al., 1987; Karyakin, 1989 and many others). Therefore, the important question, depending on the evolution of the Tethyan basin, is the nature of the *SK zone* or *volcanic arc*; in particular, the question of *ensialic* or *ensimatic* crust in this section? As an alternative, Moshashvili (Moshashvili, 1982) put forward the nature of the “heterogeneous basement” for the SK zone. Recently, this idea has found its support by us (Galoyan et al., 2013) based on the new observations and the factual material collected in Artsakh territory, and the critical analysis of literature data as well. Accordingly, the authors believed that at least the Karabagh segment of the SK zone (or terrain) has been formed on the oceanic crust (e.g., of Paleotethys?), i.e., in a “*real island arc*” environment (*convergence* between oceanic crust–oceanic crust). Logically, the adjustment of the basement of Somkhety segment of SK zone, as well as the petrologic-geochemical and isotopic (including ages) studies of the magmatic rocks will facilitate and clarify our perceptions about the entire area. In this regard, it should be emphasized that though the researches are at their initial stage, some geological facts have already been discovered, which may suggest the essence of the earth’s *ensimatic crust* as well here. In particular, the pillow nature of the lavas (both in Lori and Tavush regions), their frequently encountered amygdaloidal textures, as well as the presence of various granularity tuffites (i.e. volcano-sedimentary context) indicate the *underwater* nature of volcanic eruptions both in the Early(?)–Middle and Late Jurassic periods.

The geographical-tectonic position of SK zone versus the Lesser Caucasian “ophiolitic” basin needs to be clarified as well. In the South Caucasus region, which is largely associated with the evolution of the SK island- or volcanic-arc structure, the direction of the subduction zone (zones?) is also uncertain. Long ago, two opposing models have been nominated: (1) a single north-directed (e.g., Adamia et al., 1977, 1981; Lordkipanidze, 1980; Lordkipanidze et al., 1988; Zakariadze et al., 1986; Karyakin, 1989) or (2) a single south-directed during the Middle-Late Jurassic (Muradyan, 1981) or Late Jurassic (Achikguezoyan, 1985). In contrast to these authors, who considered *Somkhetyo-Karabagh-Kapan* as a single arc, Palandzhyan (1974) underlined that the Karabagh and Kapan anticlinoriums were separated by the ophiolites of Saribab synclinorium. Then Khain (1975) for the first time and later (Melkonyan et al., 2000) proposed a model of *bi-vergent subduction* here, respectively, (1) to the

north-east under the SK belt and (2) to the south-west under the Kapan zone (or block) and the Tsaghkunyats massif, named recently together as Spitak-Kapan zone (Galoyan et al., 2013) of Jurassic-Cretaceous formations.

In recent years, describing the history of evolution and closure of the Tethyan basin, the Armenian-French scientific group, based on the petrologic-geochemical properties (i.e., BABB-type) of the ophiolite magmatics, has shown the need for a second *intraoceanic* subduction zone that also was sinking to the north-northeast. They “placed” this zone in the south of main SK zone (e.g., Galoyan et al., 2009; Rolland et al., 2009; Sosson et al., 2010). Subsequently, the third southernmost subduction zone is also promoted which was sinking under the South Armenian block (Hässig et al., 2015 for details). This was trying to explain the Late Jurassic tonalite-granodioritic magmatism, as well as the stages of metamorphic evolution of Tsaghkunyats crystalline basement. It should be emphasized that apart from the tonalitic formation, there are also at least Middle Jurassic *arc-type* volcanic and pyroclastic formations in Tsaghkunyats massif (e.g., Khorenyan, 1982; Aghamalyan, 1987), which has never been studied using modern analytical equipment and methods.

Although in recent years special attention has been paid to the nature, age and origin of the Lesser Caucasus ophiolites located in the south of SK tectonic zone from Early Jurassic to Late Cretaceous (e.g., Galoyan et al., 2009; Rolland et al., 2009; Sosson et al., 2010; Hässig et al., 2013; Danelian et al., 2014 and references therein), however, a number of issues have not yet been resolved or are still controversial. Particularly: (1) the nature of *basement* of the back-arc basin where the ophiolites became and (2) the condition of the magmatic arc(s) emplaced basement (oceanic or continental crust) and the direction(s) of the subduction(s) during pre-Jurassic and Jurassic. The image is almost the same in the west, i.e., in Eastern (or in general) Pontides and in the Izmir-Ankara-Erzincan (IAE) ophiolite zone limiting the Pontides from the south. For example, from Paleozoic to Late Jurassic Paleotethyan lithosphere was subducted to the south by creating northern Neotethys or IAE back-arc basin (e.g., Sengör and Yilmaz 1981, Göncüoğlu et al., 2010; Dokuz et al., 2010; Eyuboglu et al., 2011).

Numerous tectonic models have been proposed about the north-dipping subduction for different periods of Mesozoic, which are often contradictory to one another. In particular, recently *north-dipping single* (e.g., Topuz et al., 2013; model-(a) in Robertson et al., 2014) or *double* subductions (e.g., model-(b) in Robertson et al., 2014) recommended for the IAE zone during Early-Late Jurassic. Alternatively, a *single south-dipping* subduction model is also driven by the same group (model-(c), Robertson et al., 2014). The south-dipping subduction in the Sakarya zone has recently been reinforced by another work (Dokuz et al., 2017), according to which the Paleotethys subduction beneath Gondwana from Permian to Middle Jurassic leads to the opening of a number of marginal seas. Diversity and contradiction of the above-mentioned geodynamic models, and lack of e.g. seismic tomography results restrict the ability to forwarding a most reliable model for our region. Therefore, based

on the proper study and critical analysis of these all, it can also be put forward *south-dipping subduction model* in the Paleotethyan ocean, which led to the formation of the SK island(?)-arc, and to the opening of Lesser Caucasian basin (Amasia-Sevan-Hakari ophiolite belt) behind it at least in Early to Late Jurassic (Figure 6). The latter can also be a serious alternative about the tectonic development of the Lesser Caucasus during Mesozoic, unlike the past forty years (e.g., Adamia et al., 1977 to Rolland, 2017) referring mainly to the north-dipping subduction models.

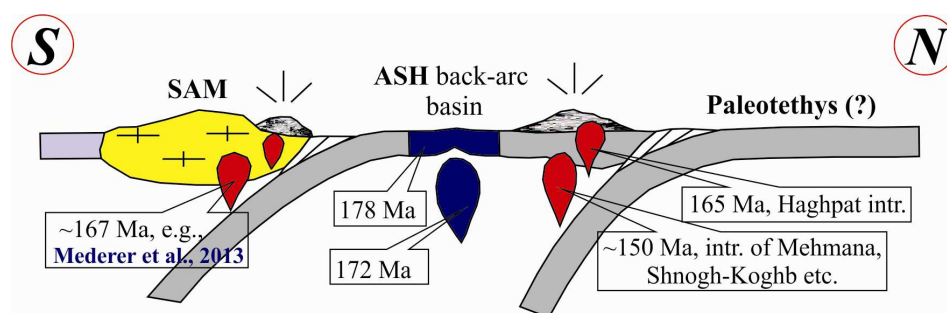


Figure 6. Tectonic model of the formation of SK island arc and of northern Neotethyan back-arc (i.e., Amasia-Sevan-Hakari: ASH) basin above a southward subduction zone within the Paleotethyan(?) ocean during the Early-Late Jurassic. 178 Ma is the maximum Ar-Ar age of hornblende diorite from Vedi ophiolite (Galoyan, 2008), and 172 Ma is the maximum U-Pb age of gabbro and plagiogranite from Sevan ophiolite (Galoyan, unpublished); for intermediate and younger Ar-Ar ages of the ophiolites see (Galoyan et al., 2009; Hässig et al., 2013). SAM – South Armenian Microcontinent. See the text for details.

Conclusion

The magmatism in the Somkhethi segment of SK tectonic zone took place in the Early(?)–Middle and Late Jurassic epochs (as in the case of Karabagh); volcanism has had mainly underwater nature. Unlike the volcanics which are represented by differentiated basalt-andesite-dacite-rhyolite rock series, plutonic rocks are represented mainly by acid varieties from diorite-tonalites up to leucogranites. The studied rocks are subalkaline and are characterized by enrichment of LILE, partly LREE, and depletion of HFSE compared to N-MORB. Clear Nb, Ta and Ti negative anomalies prove the subduction origin of the magmatism both in the Middle and Late Jurassic epochs. Available petrologic and especially geochemical data allow us to conclude that the basic-intermediate composition rocks of the Middle Jurassic have formed from low degrees of partial melting of spinel lherzolitic mantle enriched by subduction-related (released) fluids; acid rocks are derived due to the fractional crystallization of those melts. According to geochemical data, the Middle and Upper Jurassic magmatics differ greatly from one another, which is conditioned by the difference of their source. As an alternative to the prevailing north-dipping subduction models, it is suggested that the Paleotethyan lithosphere was sinking to the south beneath the SK zone during Jurassic.

This work was supported by the RA MES State Committee of Science, in the frames of the research project № 15T-1E126.

References

- Abdullaev R.N.** Mesozoic volcanism of the north-eastern part of the Lesser Caucasus. Ed: AS AzerbSSR, Baku, 1963, 228p. (in Russian)
- Achikguezoyan S.H.** On the geodynamic development and metallogeny of the Lesser Caucasus in the Mezo-Cenozoic. Proceed. AS ArmSSR, Earth Sciences, N5, 1985, 71–80. (in Russian)
- Adamia Sh.A., Zakariadze G.S., Lordkipanidze M.B.** Evolution of the active continental margin on the example of the Alpine history of the Caucasus. Geotectonics, N4, 1977, p.88–103. (in Russian)
- Adamia Sh., Chkhotua T., Kekelia M., Lordkipanidze M., Shavishvili I., Zakariadze G.** Tectonics of the Caucasus and adjoining regions: implications for the evolution of the Tethys ocean. Journal of Structural Geology 3, 1981, p.437–447.
- Adamia Sh.A., Asanidze B.Z., Pechersky D.M.** Geodynamics of the Caucasus (the experience of palinspastic reconstructions). In: “Problems of geodynamics of the Caucasus”. Moscow, “Nauka”, 1982, p.13–21. (in Russian)
- Adamia Sh., Zakariadze G., Chkhotua T., Sadradze N., Tsereteli N., Chabukiani A. and Gventsadze A.** Geology of the Caucasus: A Review. Turkish Journal of Earth Sciences, v.20, 2011, p.489–544.
- Aghamalyan V.A.** Mesozoic accretion complex (Aparan series) of the Tsaghkunyats Range of the Armenian SSR. Proceed. AS ArmSSR, Earth Sciences, N2, 1987, 13–24. (in Russian)
- Aslanyan A.T.** Stratigraphy of the Jurassic deposits of Northern Armenia. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1949, 170p. (in Russian)
- Aslanyan A.T.** Regional geology of Armenia. Ed: “Haipethrat”, Yerevan, 1958, 430p. (in Russian)
- Avagyan, A., Sosson, M., Philip, M.H., Karakhanian, A., Rolland, Y., Melkonyan, R., Rebai, S., Davtyan, V.** Neogene to Quaternary stress field evolution in Lesser Caucasus and adjacent regions using fault kinematics analysis and volcanic cluster data. Geodinamica Acta 18, 2005, p.401–416.
- Azaryan N.R.** Stratigraphy and fauna of the Jurassic deposits of the Alaverdi ore region of the Armenian SSR. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1963, 255p. (in Russian)
- Azizbekov Sh.A.** Geology of the USSR. Azerbaijan SSR. Moscow, “Nedra” XLVII, 1972, 520p. (in Russian)
- Baghdasaryan G.P., Ghukasyan R.Kh.** Geochronology of magmatic, metamorphic and ore formations of the Armenian SSR. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1985, 294p. (in Russian)
- Balasanyan S.I.** Intrusive magmatism of the Somkheto-Kapan zone. Ed: Yerevan State University, Yerevan, 1963, (in Russian)
- Danelian T., Zambetakis-Lekkas A., Galoyan Gh., Sosson M., Asatryan G., Hubert B., Grigoryan A.** Reconstructing Upper Cretaceous (Cenomanian) paleoenvironments in Armenia based on Radiolaria and benthic Foraminifera; implications for the geodynamic evolution of the Tethyan realm in the Lesser Caucasus. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 413, 2014, p.123–132.
- Dodin A.L.** The geological structure of the Alaverdi-Sadakhlo district of the ZSFSR. Tr. WIMS, v. 88, M.-L., 1935, 41p. (in Russian)
- Dokuz A., Karsli O., Chen B., Uysal İ.** Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: Implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the eastern Pontides. Tectonophysics 480, 2010, p.259–279.
- Dokuz A., Aydinçakir E., Kandemir R., Karsli O., Siebel W., Derman A.S. and Turan M.** Late Jurassic magmatism and stratigraphy in the Eastern Sakarya Zone, Turkey: Evidence for the slab breakoff of Paleotethyan Oceanic lithosphere. The Journal of Geology 125, 2017.
- Eyuboglu Y., Santosh M., Bektas O., Chung S.-L.** Late Triassic subduction-related ultramafic–mafic magmatism in the Amasya region (eastern Pontides, N. Turkey): Implications for the ophiolite conundrum in Eastern Mediterranean. Journal of Asian Earth Sciences 42, Issue 3, 2011, p.234–257.
- Galoyan Gh.** Petrologic, geochemical and geochronological studies of the ophiolites of the Lesser Caucasus (Armenia). PhD thesis, University of Nice-Sophia Antipolis, 2008, 287p. (in French)

- Galoyan Gh., Rolland Y., Sosson M., Corsini M., Billo S., Verati C., Melkonyan R.** Geology, geochemistry and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Sevan ophiolites (Lesser Caucasus, Armenia): Evidence for Jurassic Back-arc opening and hot spot event between the South Armenian Block and Eurasia. *Journal of Asian Earth Sciences* 34, Issue 2, 2009, p.135–153.
- Galoyan Gh.L., Melkonyan R.L., Chung S.-L., Khorenyan R.H., Atayan L.S., Hung C.-H., Amiraghyan S.V.** To the petrology and geochemistry of Jurassic island-arc magmatics of the Karabagh segment of the Somkheto-Karabagh terrain. *Proceed. NAS RA, Earth Sciences*, v. 66, N1, 2013, p.3–22. (in Russian)
- Galoyan Gh., Melkonyan R., Chung S.-L., Khorenyan R., Atayan L., Hung Ch.-H., Amiraghyan S.** To petrology and geochemistry of Jurassic Island-Arc magmatic rocks of the Karabagh Segment of the Somkheto-Karabagh Terrain. *Conference on Recent Research Activities and New Results about the Regional Geology, the Geodynamics and the Metallogeny of the Lesser Caucasus*, Tbilisi, Georgia, 16-18 April, 2013a, Abstracts volume, p.17.
- Gamkrelidze I.P., Shengelia D.M.** Precambrian-Paleozoic regional metamorphism, granitoid magmatism and geodynamics of the Caucasus. Moscow, “Scientific World”, 2005, 460p. (in Russian)
- Genç Ş.C., Tüysüz O.** Tectonic setting of the Jurassic bimodal magmatism in the Sakarya Zone (Central and Western Pontides), Northern Turkey: A geochemical and isotopic approach. *Lithos* 118, 2010, p.95–111.
- Geology of the Armenian SSR. Vol. 2, Stratigraphy. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1964, 432p. (in Russian)
- Geology of the Armenian SSR. Vol. 3, Petrography, intrusive rocks. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1966, 497p. (in Russian)
- Ghazaryan H.A.** Main regularities of magmatism in the Alaverdi ore district. In: “Petrology of intrusive complexes of the most important ore regions of the Armenian SSR”. Ed: AS ArmSSR, 1971, p.7–116. (in Russian)
- Ghazaryan H.A., Balasanyan S.I.** Alaverdi group of intrusions. In: “Geology ArmSSR”, v.3, “Petrography. Intrusive rocks”. Ed. AS ArmSSR, 1966, p.391–442. (in Russian)
- Ghazaryan H.A., Balasanyan S.I., Chibukhchyan Z.H.** Shamshadin group of intrusions. In: “Geology ArmSSR”, v.3, “Petrography. Intrusive rocks”. Ed: AS ArmSSR, 1966, p.442–461. (in Russian)
- Göncüoğlu M.C., Sayit K., Tekin U.K.** Oceanization of the northern Neotethys: Geochemical evidence from ophiolitic melange basalts within the Izmir-Ankara suture belt, NW Turkey. *Lithos* 116, 2010, p.175–187.
- Grushevoy V.G.** Copper deposits of Alaverdi region of the Armenian SSR (Transcaucasus). *Tr. TsNIGRI*, v. 36, L.-M., 1935, 67p. (in Russian)
- Hakobyan M.S., Melkonyan R.L.** Isotopic-oxygen indicators of differentiation and assimilation processes. In: “Oceanic magmatism”. Moscow, “Nauka”, 1986, p.133–138. (in Russian)
- Hässig M., Rolland Y., Sosson M., Galoyan Gh., Muller C., Avagyan A., Sahakyan L.** New structural and petrological data on the Amasia ophiolites (NW Sevan–Akera suture zone, Lesser Caucasus): Insights for a large-scale obduction in Armenia and NE Turkey. *Tectonophysics* 588, 2013, p.135–153.
- Hässig M., Rolland Y., Sahakyan L., Sosson M., Galoyan Gh., Avagyan A., Bosch D., Muller C.** Multi-stage metamorphism in the South Armenian Block during the Late Jurassic to Early Cretaceous: Tectonics over south-dipping subduction of Northern branch of Neotethys. *Journal of Asian Earth Sciences* 102, 2015, p.4–23.
- Irvine T.N. and Baragar W.R.A.** A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian journal of Earth Sciences* 8, 1971, p.523–548.
- Jrbashyan R.T., Ghazaryan H.A., Karapetyan S.H., Meliksetyan Kh.B., Mnatsakanyan A.Kh., Shirinyan K.G.** Mesozoic-Cenozoic basaltic volcanism of the northeastern part of the Armenian highland. *Proceed. NAS RA, Earth Sciences*, N1-3, 1996, p.19–32. (in Russian)
- Karyakin Yu.V.** Geodynamics of the formation of volcanic complexes of the Lesser Caucasus. *Proceed. AS USSR*, v. 438, Moscow, “Nauka”, 1989, 150p. (in Russian)
- Kazmin V.G., Sborshikov I.M., Riku L.-E., Zonenshayn L.P., Bulen J., Knipper A.L.** Volcanic indicator-belts of the Mesozoic-Cenozoic active margin of Eurasia. In: “History of the Tethys Ocean”. Moscow, 1987, p.58–74. (in Russian)
- Khain V.E.** The main stages of the tectono-magmatic development of the Caucasus: the experience of geodynamic interpretation. *Geotectonics*, N1, 1975, p.13–27. (in Russian)

- Khorenyan R.H.** Mesozoic magmatism of the Tsaghkunyats Range. Ed: AS ArmSSR, 1982, 141p. (in Russian)
- Lebedev A.P., Malkhasyan E.G.** Jurassic volcanism of Armenia. Ed: “Nauka”, Moscow, 1965, 168p. (in Russian)
- Le Maitre R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. & Zanettin, B.** A Classification of Igneous Rocks and Glossary of terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 1989, 193p.
- Leont’ev L.N.** Tectonic structure and history of geotectonic development of the Lesser Caucasus. Newsletter of MOIP, sec. Geology, v.24, N4, 1949, p.3–36. (in Russian)
- Lordkipanidze M.B.** Alpine volcanism and geodynamics of the central segment of the Mediterranean fold belt. Ed: “Metsniereba”, Tbilisi, 1980, 162p. (in Russian)
- Lordkipanidze M., Meliksetian B., and Djrbashian R.** Mesozoic–Cenozoic magmatic evolution of the Pontian–Crimean–Caucasian region. *Mémoire de la Société Géologique de France*, Nouvelle série. Paris, 154 (II), 1988, p.103–124.
- Maghakyan R., Zakariadze G.S., Dmitriev L.V., Kolesov G.M., Korovkina N.A.** Geochemistry of the Jurassic-Lower Cretaceous volcanic complex of northern Armenia. *Volcanology and Seismology*, N3, 1985, p.39–53. (in Russian)
- Magmatic and metamorphic formations of the Armenian SSR. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1981, 331p. (in Russian)
- Mandalyan R.A., Stepanyan Zh.H.** Lithology and conditions for the formation of the Lower Jurassic deposits of the Shamshadin anticlinorium (Somkheto-Karabagh zone, Tavush province, Armenia). *Proceed. NAS RA, Earth Sciences*, N2, 2008, p.21–28. (in Russian)
- Mederer J., Moritz R., Ulianov A., Chiaradia M.** Middle Jurassic to Cenozoic evolution of arc magmatism during Neotethys subduction and arc-continent collision in the Kapan Zone, southern Armenia. *Lithos* 177, 2013, p.61–78.
- Mederer J., Moritz R., Zohrabyan S., Vardanyan A., Melkonyan R., Ulianov A.** Base and precious metal mineralization in Middle Jurassic rocks of the Lesser Caucasus: A review of geology and metallogeny and new data from the Kapan, Alaverdi and Mehmana districts. *Ore Geology Reviews* 58, 2014, p.185–207.
- Melkonyan R.L.** Intrusive complexes of the Alaverdi ore district (petrography, mineralogy, geochemistry). *Diss. cand. geol.-min. sci. IGS AS ArmSSR*, Yerevan, 1970, 330p. (in Russian)
- Melkonyan R.L.** Petrology, mineralogy and geochemistry of intrusive complexes of Alaverdi ore district. In: “Petrology and geochemistry of intrusive complexes in some ore districts of the Armenian SSR. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1976, p.137–282. (in Russian)
- Melkonyan R.L.** Petrology and mineralization of Mesozoic island arc granitoid formations of the Lesser Caucasus. *Diss.doct. geol.-min. sci. in the form of scientific report*. Moscow, 1989, 52p. (in Russian)
- Melkonyan R.L., Ghukasyan R.Kh.** On the age of the Koghb-Shnogh intrusive complex. *Proceed. NAS RA, Earth Sciences*, N1, 2004, p.29–35. (in Russian)
- Melkonyan R.L., Khorenyan R.H., Chibukhchyan Z.H.** On the issue of the Mesozoic magmatism of the Tsaghkunk-Zangezur zone of the Lesser Caucasus. *Proceed. NAS RA, Earth Sciences*, N3, 2000, p.17–29. (in Russian)
- Michard A.** Rare earth element systematics in hydrothermal fluids. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 1989, p.745–750.
- Moshashvili A.B.** Evolution of the Earth’s crust of the Kura depression and its connection with the Paleotethys problem. In: “Problems of geodynamics of the Caucasus”. Moscow, “Nauka”, 1982, p.64–71. (in Russian)
- Muradyan K.M.** Geodynamic model of the Lesser Caucasus and its application value in the metallogeny of Armenia. In: “Problems of paleovolcanic reconstructions and mapping in connection with volcanogenic ore formation”. *Abstrats. 5th All-Union. Paleovolc. simpos.* Part 1. Kiev, “Naukova Dumka”, 1981, p.122–123. (in Russian)
- National Atlas of Armenia, vol. A. Ed: “Tigran Mets”, Yerevan 2007, 232p. (in Armenian)
- Neill I., Meliksetian Kh., Allen M.B., Navasardyan G., Kuiper K.** Petrogenesis of mafic collision zone magmatism: The Armenian sector of the Turkish–Iranian Plateau. *Chemical Geology* 403, 2015, p.24–41.

- Paffenholtz K.N.** Geological history of the Caucasus. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1959, 506p. (in Russian)
- Palandzhyan S.A.** On the position of Sevan belt ophiolites of the Lesser Caucasus. Reports AS USSR, v.218, N6, 1974, p.1417–1419. (in Russian)
- Pearce J.A.** Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at Active continental margins. In: Hawkesworth, C.J. and Norry, M.J. (Eds.), Continental basalts and mantle xenoliths, Shiva, Nantwich, 1983, p.230–249.
- Perace J.A., Harris N.B.W. and Tindle A.G.** Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Jouraml of Petrology 25(4), 1984, p.956–983.
- Robertson A., Parlak O., Ustaömer T., Tash K., İnan N., Dumitrica P. and Karaoğlu F.** Subduction, ophiolite genesis and collision history of Tethys adjacent to the Eurasian continental margin: new evidence from the Eastern Pontides, Turkey. Geodinamica Acta, 2014, p.1–64.
- Rolland Y., Galoyan Gh., Bosch D., Sosson M., Corsini M., Fornari M. and Verati C.** Jurassic Back-arc and Cretaceous hot-spot series in the Armenian ophiolites – implications for the obduction process. Lithos 112, 2009, p.163–187.
- Rolland Y.** Caucasus collisional history: Review of data from East Anatolia to West Iran. Gondwana research 49, 2017, p.130–146.
- Şengör A.M.C. and Yılmaz Y.** Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics 75, 1981, p.181–241.
- Sargsyan H.H.** Paleogene of the Sevan-Shirak synclinorium. Yerevan, Ed: “Mitk”, 1966, 178p. (in Russian)
- Sopko P.F.** Geology of pyrite deposits of the Alaverdi ore district. Ed: AS ArmSSR, Yerevan, 1961, 171p. (in Russian)
- Sosson M., Rolland Y., Muller C., Danelian T., Melkonyan R., Kekelia S., Adamia S., Babazadeh V., Kangarli T., Avagyan A., Galoyan Gh. and Mosar J.** Subductions, obduction and collision in the Lesser Caucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia), new insights. In: Sosson M., Kaymakci N., Stephenson R., Bergerat F. and Starostenko V. (Eds.), Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. GSL Special Publications; v. 340, 2010, p.329–352.
- Sun S.S. and McDonough W.F.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), Magmatism in Ocean Basins, GSL Special Publication 42, 1989, p.313–345.
- Tatsumi Y. and Takahashi T.** Operation of subduction factory and production of andesite. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences 101(1), 2006, p.145–153.
- Taylor S.R. and McLennan S.M.** The continental crust: its composition and evolution. Oxford, Blackwell Scientific, 1985, 312p.
- Topuz G., Çelik Ö.F., Şengör A.M.C., Altıntaş İ.E., Zack T., Rolland Y., and Barth M.** Jurassic ophiolite formation and emplacement as backstop to a subduction-accretion complex in northeast Turkey, the Refahiye ophiolite, and relation to the Balkan ophiolites. American Journal of Science 313, 2013, p.1054–1087.
- White W.M. and Patchett J.** Hf-Nd-Sr isotopes and incompatible element abundances in island arcs – Implications for magma origins and crust-mantle evolution. Earth and Planetary Science Letters 67(2), 1984, p.167–185.
- Yılmaz A., Adamia Sh., Chabukiani A., Chkhotua T., Erdogan K., Tuzcu S. and Karabiyikoglu M.** Structural correlation of the Southern Transcaucasus (Georgia)-Eastern Pontides (Turkey). GSL Special Publications 173, 2000, p.171–182.
- Zakariadze G.S., Knipper A.L., Lordkipanidze M.B.** Experience in the correlation of the Mesozoic volcanism of the Lesser Caucasus ophiolite belts and the zones of its framing (geodynamic aspects). In: “Problems of geodynamics of the Caucasus”. Moscow, “Nauka”, 1982, p.117–121. (in Russian)
- Zakariadze G.S., Knipper A.L., Sobolev A.V., Tsameryan O.P., Dmitriev L.V., Vishnevskaya V.S., Kolesov G.M.** Features of the structural position and composition of the volcanic series of the Lesser Caucasus ophiolites. In: “Oceanic magmatism, Evolution, geological correlation”. Moscow, “Nauka”, 1986, p.218–241. (in Russian)
- Zohrabyan S.A.** Structure and conditions of formation of the Akhtala ore deposit. Ed. AS Arm SSR, 1971, 143p. (in Russian)

Reviewer S. Palandzhyan

**ՍՈՄԽԵԹ-ՂԱՐԱԲԱՂԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԳՈՏՈՒ ՍՈՄԽԵԹԻ
ՍԵԳՄԵՆՏԻ (ՀՅՈՒՄԻՍԱՅԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆ) ՅՈՒՐԱՅԻ
ՄԱԳՄԱՏԻՏՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈԼՈԳԻԱՅԻ ԵՎ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՅԻ ՄԱՍԻՆ**

**Ղ.Լ. Գալոյան, Ռ.Լ. Մելքոնյան, Լ.Ս. Աթայան, Ս.-Լ. Չունգ,
Ռ.Հ. Խորենյան, Յ.-Հ. Լիի, Ս.Վ. Ամիրադյան**

Ամփոփում

Ներկայացվում են Սոմխեթի սեգմենտի յուրայի հասակի մագմատիկ ապարներում պետրոլոգաերկրաքիմիական ուսումնասիրությունների և U-Pb իզոտոպահասակային որոշումների նոր արդյունքներ, որոնք ունեն որոշիչ դեր հետագա համադրումների և երկրադինամիկ վերլուծությունների համատեքստում: Մագմատիզմն այստեղ ընթացել է միջին և ուշ յուրայի դարաշրջաններում: Հրաբխականությունը կրել է առավելապես ստորջրյա բնույթ: Ուսումնասիրված ապարները սուբակլավային են (մասամբ տոլեիտային, հիմնականում կրա-ակլավային) և բնորոշվում են LILE, մասամբ LREE հարստացմամբ և HFSE աղքատացմամբ՝ համեմատած N-MORB հետ: Հստակ արտահայտված Nb, Ta և Ti բացասական անոմալիաները փաստում են մագմատիզմի սուբդուկցիոն ծագումը: Ստացված պետրոլոգաերկրաքիմիական տվյալները մատնանշում են հիմքային-միջին կազմի ապարների առաջացումը սուբդուկցիոն ֆլուիդներով մետասոմատիզացված սպինել-լերցովիտային մանթիայից, ինչպես նաև ֆրակցիոն բյուրեղացման պրոցեսի կարևորությունը թթու ապարների ձևավորման ընթացքում: Պլուտոնիկ ապարները, ըստ U-Pb հասակագրման, գոյացել են երկու հիմնական՝ միջին և ուշ յուրայի ինտերվալներում՝ ~165 Ma (պլազիոգրանիտային) և ~155 Ma (տոնալիտային ֆորմացիա): Որպես գերակշռող հյուսիս ուղղված տեկտոնական մոդելների այլընտրանք՝ ենթադրվում է Պալեոթետիսի լիթոսֆերայի սուբդուկցիան դեպի հարավ՝ Սոմխեթ-Ղարաբաղի կղզային աղեղի տակ վաղ-ուշ յուրայում:

**К ПЕТРОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ЮРСКИХ МАГМАТИТОВ
СОМХЕТСКОГО СЕГМЕНТА СОМХЕТО-КАРАБАХСКОЙ
ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (СЕВЕРНАЯ АРМЕНИЯ)**

**К.Л. Галоян, Р.Л. Мелконян, А.С. Атаян, С.-Л. Чунг, Р.А. Хоренян,
Ю.-Х. Ли, С.В. Амирагян**

Резюме

Приведены новые результаты петролого-геохимических исследований и U-Pb изотопного датирования магматических пород, имеющие решающее значение для палеогеодинамического анализа. Магматизм происходил

здесь в эпоху средней и поздней юры, при этом вулканизм имел преимущественно подводный характер. Изученные породы являются субщелочными (частично толеитовыми, в основном известково-щелочными) и характеризуются обогащением LILE, частично LREE и истощением HFSE по сравнению с N-MORB. Отчетливо выраженные отрицательные аномалии Nb, Ta и Ti свидетельствуют о субдукционной обстановке проявления магматизма. Полученные петролого-геохимические данные указывают на формирование средне-основных пород из метасоматизированной субдукционными флюидами шпинель-лерцолитовой мантии, а также на важное значение фракционной кристаллизации при образовании кислых пород. Согласно U-Pb датировкам, plutonic породы были сформированы в двух основных временных интервалах: среднеюрском – ~165 Ma (плагиогранитовая формация) и позднеюрском – ~155 Ma (тоналитовая формация). В качестве альтернативы существующим преобладающим северо-направленным субдукционным моделям предполагается субдуцирование литосферы Палеотетиса на юг под Сомхето-Карабахскую островную дугу в течение юрского периода.

ВИРТУАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА АРМЕНИИ: СОДЕРЖАНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2018г. А.А. Авакян, А.А. Аракелян, А.М. Манандян, А.О. Нерсисян

*Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: arshavir.avagyan@gmail.com
Поступила в редакцию 03.08.2017г.*

В статье рассмотрены содержание и организация пространственных данных РА, функциональными возможностями веб-системы их обработки и использования. База геоданных (geodatabase) разработана в результате многолетних исследований сотрудников лаборатории Геоинформатики ИГН НАН РА, а система, которая характеризуется авторами как Виртуальная географическая среда (ВГС), доработана в последние годы. В статье также представлен сравнительный анализ современных веб-ГИС, в том числе системы, разработанной авторами.

Введение

Данная статья имеет цель ознакомить читателя с содержанием и организацией пространственных данных РА, функциональными возможностями системы их обработки и использования в сети Интернет, сформированными в результате многолетних исследований сотрудников лаборатории Геоинформатики ИГН НАН РА. Представлены также основные современные принципы веб-ГИС и различные их реализации.

Геоинформационные методы и системы, созданные для работы с географической информацией с использованием компьютерных технологий, в результате своего развития поднялись на новый методический уровень, который определяется понятиями «геоинформационное пространство», «виртуальная географическая среда» и другими близкими по смыслу терминами.

Определяющая особенность упомянутых и других аналогичных веб-ГИС заключается в том, что они представляют совокупность данных о природных и других пространственных объектах, находящихся друг с другом в информационном взаимодействии, а также методы и технологии и информационную инфраструктуру, обеспечивающие это взаимодействие. Важную роль в развитии таких информационных продуктов сыграло появление онлайн-ГИС. Об интенсивности их развития свидетельствует тот факт, что картографические Интернет-серверы и новое направление веб-ГИС появились в течение нескольких лет, после того, когда впервые на конференции Международной картографической ассоциации (1997г.) была подчеркнута актуальность внедрения в картографию средств телекоммуникаций и соединения ГИС-технологий с Интернет (Kenan et al., 2015).

В этом процессе широкое распространение получили ГИС-картографирование (Берлянт, 2002), ГИС-атласы (Тикунови др., 2004), муниципальные ГИС (Кириллин, 2008; Петроваи др., 2009), кибер-инфраструк-

тура (Ciber-GIS) (Kenan et al., 2015), геопорталы (Кошкарев, 2008), понятия и реализации национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД) (Андрианов, 2006; Матчин, 2015; Лобанов, 2014; Директива/ЕС, 2007), а также понятие геоинформационного пространства (ГИП) (Лисицкий, 2012) и виртуальной географической среды (ВГС) (Batty, 2008; Lin et al., 2009; Batty et al., 2011; Lin et al., 2013).

Цель и задачи

Основной целью работы является разработка виртуальной географической среды для Армении, которая представляет собой информационную и методическую платформу для определенного круга научных исследований, основанных на моделировании различных по природе пространственных процессов и других задач с использованием геоинформации.

Для достижения вышеуказанной цели необходимо решение следующих задач:

- Разработка геобазы данных и базы метаданных,
- Установка связей с внешними базами данных,
- Разработка веб-интерфейса ВГС-Армения,
- Интеграция цифровых моделей пространственных процессов, разработанных авторами статьи в форме программных ГИС-приложений.

Концепция и логическая структура

Веб-информационные системы имеют различные назначения, принадлежат разным тематическим областям, поэтому и содержат отличные друг от друга функциональные компоненты, методические и информационные сервисы, предоставляемые пользователям (табл.1).

Таблица 1

Компоненты, функции и информационные возможности веб-ГИС

Компоненты и функции	ИПД	ВГС	ГИП	Веб-атлас	Мнц-ГИС	ВГС ИГН
База(ы) геоданных(ГБ)	+	+	+	+	+	+
Доступ к геоданным	+	+	+	+	+	+
Метаданные	+	-	-	+	+	+
Административные механизмы предоставления данных	+	-	-	-	- +	-
Интернет доступ к ГБ	+	+	+	+	+	+
Блок обработки и анализа данных	+	+	+	+	+	+
Блок интерактивного построения карт	-	+	-	-	+	+
Пространств.- временное моделирование	-	+	+	-	+	+
Межпользовательское сотрудничество	-	+	- +	-	- +	- +
Публикация карт	-	+	-	-	- +	- +

В табл.1, составленной по литературным данным, представлено наличие или отсутствие основных характерных компонентов и функций в составе различных подтипов веб-ГИС.

Далее приводится сравнительная характеристика указанных видов информационных ресурсов, позволяющая определить место и назначение разработанной авторами системы.

Инфраструктура пространственных данных (ИПД) обязательно содержит системную совокупность наборов пространственных данных, сетевых сервисов и технологий, метаданных этих двух компонентов, а также соглашений о доступе, использовании и распространении данных, установленных соответствующей Директивой Евросоюза (Директива/ЕС, 2007). Понятие сервисы (геосервисы) подразумевает операции, которые могут быть выполнены с помощью компьютера с пространственными данными, либо с соответствующими метаданными. ИПД организуется, как геоportal Интернет-сайт, обеспечивающий свободный доступ к сервисам, указанным выше. Она используется для поиска и получения базовых пространственных данных, в качестве географической основы тематических карт (Кошкарев, 2008). Создание такой системы на национальном уровне, входит в полномочия органов власти страны.

Геоинформационное пространство (ГИП) определяется, как совокупность геоинформационных моделей территорий, массивов, пространственных данных о территориях, представленных в двумерном и трехмерном видах, связанных между собой единой координатной основой, позволяющей отображать и обрабатывать пространственные объекты одновременно из разных массивов данных любых масштабов, включая массивы тематических данных различных пользователей (Лисицкий, 2012).

Муниципальные ГИС (МНЦ ГИС) основаны на централизованной базе данных пространственных объектов, предоставляет возможность хранения, анализа и обработки произвольной информации, связанной с тем или иным объектом ГИС. В муниципальных ГИС такая организация данных упрощает процесс использования информации об объектах городской территории заинтересованными службами и частными лицами (Кириллин, 2008; Петрова и др., 2009).

Веб-атлас система, включающая цифровые данные и аппаратно-программные средства генерации электронных карт (ЭК), а также иных некартографических элементов, образующих содержание электронных атласов (ЭА) в составе систем автоматизированного картографирования или ГИС на основе цифровых моделей карт или цифровых представлений (моделей) пространственных объектов (Тикунови др., 2004).

ВГС - виртуальная географическая среда (Virtual Geographic Environment), базируется на положениях теории геоинформатики, касающихся вопросов взаимодействия пользователей и аппаратно-программного обеспечения, которые могут быть использованы в качестве инструмента для выполнения географического анализа на совершенно новом уровне (Lin et al., 2009). Авторы ВГС к ее основным компонентам относят возможность

анализа временных изменений в географической среде. С этой целью создаются различные виртуальные модели пространства, которые используются для выполнения точных расчетов параметров пространства. Современные географические процессы могут быть введены в ВГС с помощью различных датчиков, фиксирующих потоковые данные об окружающей среде в режиме реального времени. Это позволяет создавать виртуальные системы, работающие с актуальными данными и помогающие принимать пространственные решения в реальном времени (*Lin et al., 2013*).

Моделирование является важной составляющей ВГС как метод геопространственного анализа и приобретает смысл географического эксперимента, прогнозирующего последствия природных, социальных и других географических динамических процессов.

Из рассмотренных веб-информационных систем для научных исследований наиболее предназначены ГИП и ВГС. Первый из этих терминов используется в русскоязычной литературе, второе понятие предложено и развивается группой англоязычных авторов. Описанная ниже разработка авторов статьи сочетает в себе основные компоненты обеих систем, а также соответствует принципиальным требованиям ИПД, в частности, о наличии метаданных. Однако на основании того, что геобазы данных разработанной авторами системы достаточным образом представляет географическую среду и основные черты геологического строения Армении, а также наличие развитого компонента моделирования различных по природе пространственных процессов, авторы склонны ее определить, как виртуальную географическую среду Армении.

В течение длительного периода развития геоинформационных методов усилиями авторов данной статьи и другими сотрудниками лаборатории геоинформатики ИГН сформирована обширная геобазы данных и программная среда, необходимая для научных исследований. Функциональность среды в ее текущем состоянии соответствует тенденциям развития геоинформационных систем и организации инфраструктуры пространственных данных, а также обусловлена требованиями тематических исследований и практических разработок авторов. Тематика и содержание геобазы данных выбраны таким образом, чтобы с достаточной полнотой представить географическую и геологическую среды территории Армении в задачах моделирования природных и техногенных процессов в этих средах. С этой целью в геобазу данных в первую очередь были введены базовые тематические слои, представляющие географические условия и основные черты геологического строения страны. Затем по мере развития геоинформационной среды Армении геобазы данных пополнялась новыми производными и первичными тематическими слоями. С целью облегчения навигации в обширной пространственной информации предоставления сведений об источниках данных, а также защиты прав авторов тематических слоев, составлена база метаданных.

В текущем состоянии логическую структуру ВГС-Армения составляют следующие компоненты: 1. геобазы, 2. модели пространственных объектов и процессов, 3. интерфейс цифрового картирования и пополнения геобазы данных, 4. метаданные цифровых слоев (в дальнейшем также-сервисов), 5. веб-функции пользования системой (рис.1).

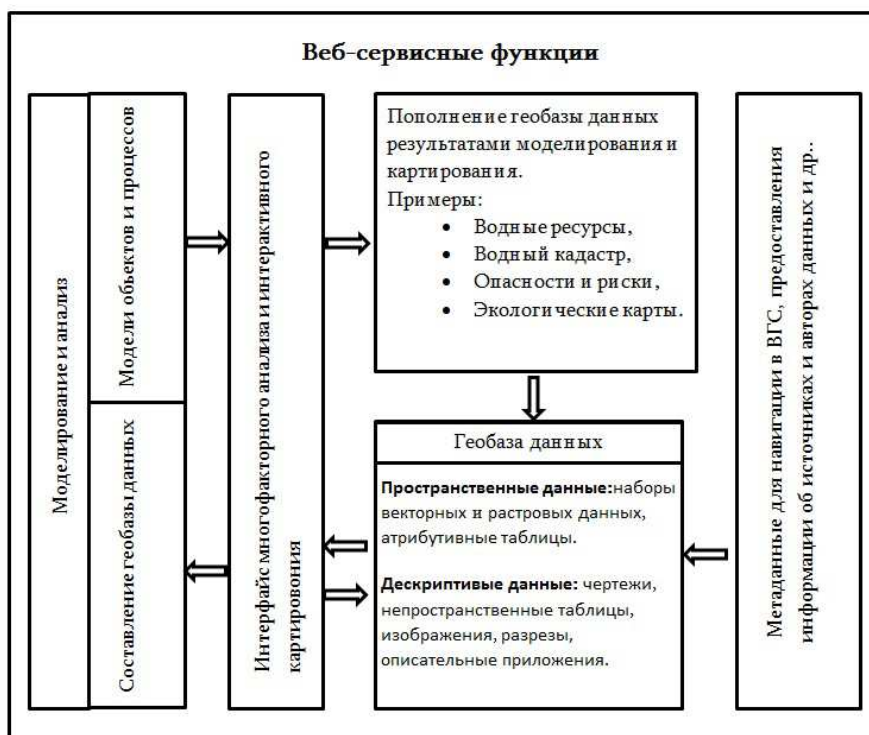


Рис.1. Логическая структура ВГС-Армения

Использованные данные и методы

Геобазы данных ВГС-Армения

Геобазы данных состоят из тематических групп слоев, описанных ниже.

Группа 1. Базовые слои:

Административное деление: государственные границы, областные границы, районные границы, населенные пункты, общины (точечный слой), границы общин, главные города, плотность населения по областям.

Инфраструктура: магистральные автодороги, автомобильные дороги, железные дороги.

Группа 2. Природных условия:

Геоморфометрия: абсолютные высоты, углы наклона склонов, экспозиции склонов, горные вершины, распределение площади территории по высотным поясам.

Гидрология: водосборные бассейны главных рек, речная сеть и озера, водохранилища.

Гидрогеология: артезианские бассейны подземных вод, месторождения подземных вод, родники пресных вод, источники минеральных вод.

Физико-географическое районирование: геоморфологические зоны, климатические пояса, ландшафтные пояса, флористические зоны, типы почв.

Геология: Геологическая карта (Харазян, 2005), карта верхнеплиоцен-четвертичных вулканов (Авакян и др., 2004), тектоническая карта (Саргсян, 2012).

Группа 3. Природные ресурсы: землепользование, леса, особо охраняемые природные территории, природные памятники.

Группа 4. Природные опасности:

Сейсмическая опасность и риск: сейсмическое зонирование, исторические землетрясения, землетрясения в последние годы.

Оползневая опасность и риск: местоположение оползней, оползневые склоны, оползневой риск, землепользование на оползневых склонах, геологическая основа оползней, риск оползней по областям (Georisk, 2014).

Опасность лесных пожаров: опасность лесных пожаров по месяцам – июнь, июль, август; опасность пожаров по высотным поясам, опасность пожаров в зависимости от типа леса.

Гидрометеорологические опасности: сели, селеносные долины, дифференцированные по степени опасности, зарегистрированные наводнения, берегозащитные сооружения, опасность наводнений по речным бассейнам, опасность наводнений по административным областям, опасность наводнений по административным районам.

Группа 5. Техногенные опасности и риски: опасность техногенных аварий, риск техногенных аварий, техногенные опасности по районам, техногенные опасности по областям.

Группа 6. Критические инфраструктуры (не включенные в другие группы): электростанции, автодорожные тоннели, автодорожные мосты, железнодорожные тоннели, учреждения здравоохранения, административные сооружения, аэропорты, химические заводы, бензо- и газозаправочные станции, телекоммуникационные станции, пожарно-спасательные центры и станции, промышленные установки, телекоммуникационные станции, высоковольтные линии электропередач, хранилища опасных веществ и отходов, свалки.

Группа 7. Уязвимость населения от природных и социально-экономических рисков: обобщенный индекс уязвимости по регионам Армении, способность адаптации и преодоления, общая, физическая, социальная и экономическая восприимчивость.

Группа 8. Гидротехнические сооружения и водопользование: линии водоснабжения, канализация, гидрогеологические скважины, каналы, водохранилища, ГЭС, водозаборы, рыбные хозяйства, участки обслуживаемые обществами водопользователей.

Группа 9. Полезные ископаемые: месторождения металлических и неметаллических полезных ископаемых, хвостохранилища.

Группа 10. Гидрометеорологический мониторинг: метеорологические пункты наблюдений и станции, гидрологические пункты наблюдения, пункты наблюдения качества воды.

Группа 11. Туристические объекты: исторические памятники, гостиницы, рестораны/кафе, магазины.

Внешние базы данных ВГС-Армения

Одно из преимуществ ВГС-Армении состоит в том, что эта система поддерживает информацию, хранящуюся вне ее базы данных. В частности, может быть установлена связь (link) с базами пространственных данных, установленных на других серверах, или с данными мониторинга или картирования, получаемыми посредством телекоммуникаций. Примером таких данных, имеющих важное значение для моделирования многих природных процессов, являются данные гидрометеорологического мониторинга, автоматизированного мониторинга оползневых тел, мониторинга качества воздуха и воды. Эта возможность позволит системам, генерирующим БД мониторинга, интерактивно пользоваться тематическими слоями ВГС для построения карт данных наблюдения или их производных переменных.

Связь с внешними ресурсами ГИС данных осуществляется посредством веб-сервисов, обеспечивающих доступ к пространственным данным, также предоставляя возможность их обработки, поиска, анализа и визуализации.

В основе каждого ГИС-сервиса лежит геоинформационный ресурс: карта, база данных, программный инструмент геообработки и др. ГИС-сервис является связующим звеном между исходным ресурсом и клиентским приложением (настольной или мобильной ГИС, веб-приложением и др.), выполняя передачу данных от ресурса к клиенту и обратно, обслуживая различные запросы пользователей. ГИС-сервисы могут использоваться, как часть веб-ГИС для реализации на веб-сайтах возможностей доступа к пространственным данным и функциям геообработки, а также, как независимые веб-сервисы для предоставления другим пользователям возможности встраивания сервисов в собственные приложения на платной или бесплатной основе.

Основные типы ГИС-сервисов, классифицированные по функциональным возможностям, приводятся ниже:

- картографический сервис-предоставляет доступ к содержимому карты, в том числе к отдельным слоям, объектам и атрибутам,
- сервис изображений-предоставляет доступ к наборам растровых данных, в том числе к значениям пикселей, метаданным и каналам,
- сервис геокодирования-обеспечивает поиск объектов на карте по адресу, а также определение адреса указанной на карте точки,
- сервис геоданных-предоставляет доступ к содержанию базы геоданных для запросов, извлечения и репликации данных,
- сервис сетевого анализа-обеспечивает анализ транспортной сети, построение оптимальных маршрутов,

- сервис геообработки-предоставляет возможность моделирования и анализа пространственных отношений (прогнозирование распространения наводнения, анализ закономерностей возникновения вспышек заболеваний и др.).

Для стандартизации создаваемых ГИС-сервисов и обеспечения возможности доступа к ним из различных приложений используются стандарты консорциума OGC (Open Geospatial Consortium). Основными стандартами ГИС-сервисов являются:

Web Map Service (WMS)-для работы с коллекциями слоев как с картографическими изображениями,

Web Map Tile Service (WMTS)-для работы со слоями карты как с листами кэша карты,

Web Feature Service (WFS)-для работы с данными как с векторными пространственными объектами,

Web Coverage Service (WCS)-для работы с данными как с растровыми покрытиями,

Web Processing Service (WPS)-для предоставления инструментов геообработки.

Программное обеспечение ВГС-Армения

ВГС построена на основе программных продуктов свободного пользования, что делает ее доступной в интернете произвольному пользователю, в то же время обеспечивается взаимодействие с национальными системами, стандартами и форматами пространственных данных. ВГС использует Linux (Debian) сервер, Apache и Tomcat веб-серверы. Для управления реляционными базами данных использована система PostgreSQL. GeoServer предоставляет доступ к пространственным данным и возможность их интерактивной обработки и редактирования. GeoServer также визуализирует данные в актуальных картографических программных приложениях для картирования, таких как, Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps и Microsoft Virtual Earth, а также служит для стыковки с актуальными ГИС, такими, как ESRI ArcGIS и др. Также используется OpenLayers для отображения картографических данных в веб-браузерах в виде плиточных веб-карт.

Метаданные ВГС-Армения

Каждый тематический слой геобазы данных ВГС-Армения описан набором метаданных в соответствии со стандартами ISO и принципами INSPIRE инициативы. В обязательный набор метаданных включены следующие дискретные элементы: заглавие карты, ключевые слова, пространственное разрешение и/или масштаб карты, организация, ответственная за информацию, источник данных, автор(ы), язык(и), краткое описание, дата составления, дата обновления (табл.2). Сведения об авторстве в списке метаданных, имеют важное значение, как для защиты авторских прав, так и обеспечения ответственности за достоверность информации. Метаданные в системе также обеспечивают взаимодействие с другими геопорталами.

Таблица 2

Метаданные слоя “Государственная граница Армении”

Заглавие карты	Государственная граница Армении
Ключевые слова	Граница; Армения
Пространственное разрешение и/или масштаб карты	1:100.000
Организация, ответственная за информацию	НАН РА, ИГН, Лаборатория геоинформатики
Источник данных	Топогр. основа м-б 1:100000
Автор(ы)	---
Язык(и)	Английский, армянский
Краткое описание	Линейный слой, WGS 84, ArcMap 10.2.1,
Дата составления	дд/мм/гг
Дата обновления	дд/мм/гг

Возможности моделирования в ВГС-Армения

Компонент моделирования ВГС-Армения включает цифровые модели, разработанные авторами в форме программных ГИС-приложений. Модели используют геобазы данных и программы ВГС для решения представленных ниже задач.

1. Построение карт теневого рельефа, углов наклона, экспозиций, горизонтальной и вертикальной кривизны склонов по данным абсолютных высот. Перечисленные морфометрические карты использованы с целью анализа рельефа Армении, выделения морфоструктур, описания строения речных бассейнов, решения гидрологических и экологических задач, планирования управления водных ресурсов, оценки и картирования природных опасностей.
2. Графическое представление и анализ гипсометрии рельефа территорий и речных бассейнов. Вычисляется распределение площади территории по заданным высотным поясам, строится гистограмма и интегральная гипсометрическая кривая. Данные используются для количественного описания рельефа территорий и анализа эрозионного развития рельефа речных бассейнов (Авакян и др., 2010¹).
3. Выделение морфоструктур на основе ЦМР путем анализа морфометрических карт. Модель авторами использована с целью выделения круговых морфоструктур, на территории Армении (Pilouyan et al., 2016). Модель в числе других приемов анализа морфометрических карт, эффективно используется также с целью выделения линеаментов (Jordan et al., 2005).
4. Геометрический анализ эрозионного развития речных русел путем сопоставления теоретической формы равновесного продольного профиля с формой русла реальной реки. С использованием данной модели выполнена типизация формы продольного профиля русел и

классификация рек по этому признаку, а также зонирование бассейна озера Севан по условиям эрозии, аккумуляции и поверхностного стока (Авакян и др., 2010²).

5. Кодирование рек, водосборных бассейнов с учетом их экологических характеристик. Модель реализована на примере территории Армении и предлагает систему кодирования водных объектов по комплексу их пространственных и атрибутивных характеристик, определенных требованиями водной рамочной директивы (ВРД) ЕС и водным законодательством РА. Комплексный код каждого водного объекта состоит из следующих групп определителей: идентификатор в гидрографической сети страны и в системе кодирования Евросоюза, статических атрибутов в системе ВРД ЕС, коды динамических атрибутов, характеризующих антропогенное воздействие на водное тело, качество воды и экологическое состояние водного тела. Включение статических и динамических атрибутов водных объектов в систему кодирования позволяет унифицировать процедуру оценки и автоматизировать картирование экологического состояния водных объектов (Авакян и др., 2011).
6. Разделение водных объектов на однородные водные тела (water body delineation) по следующим признакам: гипсометрическому положению бассейна, гидрографическим признакам, типам источников антропогенного давления, степени гидроморфологического изменения русел. Выделение водных тел является непременным условием планирования управления водных ресурсов. Детальные исследования с реализацией модели выполнены в бассейне реки Агстев (Аракелян и др., 2011).
7. Расчет зависимости среднегодового модуля поверхностного стока от средневзвешенной высоты речных бассейнов. Модель включает базу данных долговременного гидрологического мониторинга, ЦМР, программы расчета среднегодового модуля стока, нормы стока в произвольном створе реки и других актуальных гидрологических задач (Мнацаканян и др., 2010).
8. Оценка и картирование уязвимости населения. Данная модель разработана исходя из подходов и методов оценки уязвимости населения в контексте природных и техногенных катастроф, однако, вычисленный обобщенный индекс уязвимости и отдельные ее компоненты применимы также для экологических и социально-экономических катастроф. Модель включает иерархическую структуру индекса уязвимости населения, базу данных факторов уязвимости и результирующие цифровые слои. В целом для оценки и картирования обобщенного индекса уязвимости населения, в том числе составляющих индикаторов способности адаптации, способности преодоления и восприимчивости, используются 29 факторов,. Также отдельно оцениваются показатели физической, социальной и экономической восприимчивости, что позволяет выявить наибо-

лее уязвимые факторы для каждого региона. Результаты данной модели могут быть использованы в планировании регионального развития и снижении рисков катастроф, в частности, для выявления приоритетных мероприятий снижения уязвимости населения для каждого региона.

9. Пространственный анализ и картографическое представление геохимических полей. Модель позволяет статистическими методами решить следующие геохимические задачи и автоматизировать построение специализированных цифровых геохимических карт: анализ взаимосвязи содержаний элементов (параметрическими и непараметрическими методами), анализ однородности геохимического поля (на основе среднего содержания и стандартного отклонения), оценку фоновых и аномальных содержаний, определение оптимального количества проб для получения достоверных результатов, построение специализированных геохимических карт (моно- и полиэлементные геохимические карты, карты аномальных и фоновых участков, карты зональности по вычисленным аддитивным и мультипликативным показателям). Также возможно оценить статистические параметры и закон распределения выборки, на основе чего предлагается наиболее подходящий метод анализа, для получения достоверных результатов. Модель использована, для анализа структуры геохимического поля Агаракского медно-молибденового месторождения и бассейна р. Гехи (Авакян и др., 2009; Манандян, 2009).

Заключение

Описанная в статье разработка авторов ВГС-Армения, функционально и по совокупности компонентов: обширной по тематике геобазы данных, возможностям мультитематического геомоделирования, интерактивного картографирования и публикации в Интернете электронных карт соответствует новому поколению веб-ГИС. Опыт работ, выполненных авторами в этой среде показали эффективность ее использования для решения научных задач. В текущем состоянии ВГС-Армения в достаточной мере представляет реальную географическую среду, а также основные особенности геологического строения территории Армении для того, чтобы ее использовать, как информационную и методическую платформу для определенного круга научных исследований, основанных на моделировании различных по природе пространственных процессов и других задач с использованием геоинформации. Иначе говоря, ВГС может служить многопрофильной исследовательской лабораторией, оснащенной обширной пространственной информацией и Интернет-сервисом.

ВГС-Армения способна обмениваться геоданными, методами их обработки и моделирования с рассмотренными в данной статье другими типами веб-ГИС. Такая функция ВГС будет важна при появлении в дальнейшем в Армении подобных ей веб-систем. В настоящее время авторы будут ра-

ботать в новом важном направлении, цель которой, установление связи ВГС с системами мониторинга природных процессов.

Авторы заинтересованы в дальнейшем развитии и расширении ВГС, что будет возможно при условии ее многотематического и многопрофильного использования, при участии специалистов разных профилей.

Авторы надеются, что данная статья также послужит расширению ВГС, как информационного продукта, и развитию инициативы формирования организованного и ответственного научного сообщества пользователей веб-ГИС.

Литература

- Авакян А.А., Ерицян Г.Г., Карапетян С.Г., Ширинян К.Г.** Электронный каталог и цифровая карта верхнеплиоцен-четвертичных вулканов Армении. 2004, N 1, с.55-57.
- Авакян А.А., Ерицян Г.Г., Пилюян А.С.** Опыт исследования продольного профиля рек бассейна оз. Севан как индикаторов новейших процессов рельефообразования. Сб. "Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты", М., Геогр. Фак. МГУ, 2010¹, с.27-28.
- Авакян А.А., Аракелян А.А.** О методе кодирования рек, водосборных бассейнов Республики Армения и их характеристик. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2011, N 1, с.57-66.
- Авакян А.А., Григорян С.В., Манандян А.М.** ГИС приложение для решения геохимических задач. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, N 3, с.34-37.
- Авакян А.А., Ерицян Г.Г., Пилюян А.С.** О высотных характеристиках рельефа территории Армении и методах их вычисления на основе цифровой модели рельефа масштаба 1:200000. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2010, N 3, с.48-58.
- Андрианов В.Ю.,** Инфраструктура пространственных данных. Журнал ArcReview, 2006, 37, N 2.
- Аракелян А.А., Пилюян А.С.** Выделение и определение водных тел, подверженных экологическим рискам по качественным и количественным характеристикам, на примере бассейна реки Агстев, Изв. НАН РА, Науки о Земле, Ереван, Изд. «Гитутюн» НАН РА, 2011, 64, N 2, с.54-64.
- Берлянт А. М.** Виртуальные геоизображения, М. Научный мир, 2001, 56с.
- Берлянт А. М.** Картография, М., Аспект Пресс, 2002, 336 с.
- Директива 2007/2/ЕС** Европейского парламента и Совета Европы от 14 марта 2007г. по созданию инфраструктуры пространственной информации ЕС (INSPIRE).
- Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С., Заварзин А.В., Лурье И.К., Рыльский И.А., Трофимов А.М., Флейс М.Э., Яровых В.Б.** Основы геоинформатики. В 2-х книгах. Кн. 1: Учебное пособие для студентов вузов, М., Издательский центр «Академия», 2004, 352с.
- Кириллин В.В.** Использование ГИС в муниципальном управлении. Министерство образования и науки РФ. ГОУ ВПО "Якутский государственный университет Имени М.К. Амосова", Якутск, 2008, с.1-25.
- Кошкарев А.В.** Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами. Пространственные данные, 2008, N 2, с.6-14.
- Лисицкий Д.В.,** Геоинформатика, Министерсво образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная геодезическая академия", Новосибирск, СГГА, 2012, с.1-108.
- Лобанов А.А.** Инфраструктура пространственных данных как ресурс управления. Государственный Советник, 2014, с.76-81.
- Манандян А.М.** Структура полей концентраций меди и молибдена Агаракского месторождения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, N 2, с.58-63.
- Матчин В.Т.** Состояние и развитие инфраструктуры пространственных данных. Журнал "Образовательные ресурсы и технологии", 2015, 9, N 1, с.137-144.
- Мнацаканян Б.П., Авакян А.А., Аракелян А.А., Ерицян А.Г.** Методика построения карты среднегодового модуля стока и вычисления нормы стока в произвольном створе реки на примере Армении. Известия НАН РА, Науки о Земле, 2010, N 2, с.48-56.

- Петрова Е.С., Курдюшкина Н.А. Геоинформационные системы в деятельности органов муниципального управления. Системное управление-электр. науч. периодич. изд., 4, N2, 2009.
- Саргсян О.А. Тектоническая карта Армении, м-б 1: 200 000, Ереван, 2012.
- Харазян Э.Х. Геологическая карта Армении, м-б 1: 500 000, Ереван, 2005.
- Batty M., Lin H. *Virtual Geographic Environments*, Redland, CA: ESRI Press, 2011.
- Batty M. Virtual Reality in Geographic Information Systems, The Handbook of Geographic Information Science, Oxford: Blackwell, 2008, p.317-334.
- Development of a hazard map/GIS layer for Armenia "Prevention, Preparedness and Response to natural and man-made disasters in the ENPI East Region" (PPRD East) Programme, funded by EU. Prepared by Georisk Ltd., 2014.
- Jordan G., Meijninger B.M.L., Hinsbergen D.J.J., Meulenkamp J.E., Dijk P.M. Extraction of Morphotectonic Features from DEMs: Development and Applications for Study Areas in Hungary and NW Greece. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2005, N 7, p.163-182.
- Kenan Li*, Nina S. N. Lam, Yi Qiang, Lei Zou and Heng Cai A Cyberinfrastructure for Community Resilience Assessment and Visualization. Cartography and Geographic Information Science, 2015, 42, N1, p.34-39.
- Lin H., Batty M. *Virtual Geographic Environments as Collective Constructions*, Geographic Environments, Beijing: Science Press, 2009, p.15-24.
- Lin H., Chen M., Lu G.N. Virtual Geographic Environment: A Workspace for Computer-aided Geographic Experiments. Annals of the Association of American Geographers, 2013, 3, N 103, p.465-482.
- Piloyan A.S., Avagyan A.A. The Circular Structures of the Republic of Armenia based on a Digital Elevation Model. European Journal of Geography, ©Association of European Geographers, 2016, 7, N 3, p.57-69.

Рецензент С.Напетян

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՎԵՐՏՈՒԱԼ ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐ. ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Ա.Ա. Ավագյան, Ա.Ա. Առաքելյան, Հ.Մ. Մանանդյան, Ա.Հ. Ներսիսյան

Ամփոփում

Հոդվածը նպատակ ունի ընթերցողին ծանոթացնել Հայաստանի տարածական տվյալների բովանդակության, կազմակերպման ձևի և դրանց մշակման ու օգտագործման վեբ-համակարգի ֆունկցիոնալ հնարավորությունների հետ: Աշխարհագրական տվյալների հենքը (geodatabase) ստեղծվել է ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ Գեոինֆորմատիկայի լաբորատորիայի բազմամյա աշխատանքի արդյունքում, իսկ համակարգը, որը հեղինակները բնութագրում են որպես վիրտուալ աշխարհագրական միջավայր (ՎԱՄ), ամփոփվել է վեբքին տարիներին: Հոդվածում նաև տրված է արդի վեբ-ԱՏՀ-ների համեմատական նկարագրությունը և հեղինակների կազմած համակարգի տեղը դրանց շարքում:

Աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը սկսած 2000-ական թվականներից սկսեցին զարգանալ որպես առցանց համակարգեր (online-GIS), և կախված դրանց նպատակից ու թեմատիկ ուղղվածությունից առաջ եկան դրանց որոշակի տարբերակներ՝ «աշխարհ-

հագրական տեղեկատվական տարածություն» (USS), «տարածական տվյալների ենթակառուցվածք» (այդ թվում՝ ազգային մակարդակով), «վիրտուալ աշխարհագրական միջավայր» (ՎԱՄ), «առցանց վեբ-ատլասներ», «մունիցիպալ ՄՏՀ»։ Հոդվածում տրված է դրանց գործառնությունների և տեղեկատվական հնարավորությունների համեմատական նկարագիրը։ Ցույց է տրվում, որ Երկրի մասին և հարակից ոլորտների գիտական հետազոտությունների համար առավել հարմար տեղեկատվական աղբյուր և գործառնություններ տրամադրում են USS-ն ու ՎԱՄ համակարգերը։

Հոդվածում մանրամասն ներկայացված են ՎԱՄ-Հայաստան համակարգի բաղադրիչները, որոնք են՝ 1. տարածական տվյալների հենք (geodatabase), 2. տարածական և ժամանակային պրոցեսների մոդելներ, 3. թվային քարտեզների և տարածական տվյալների հենքեր, լրամշակման (update) ինտերֆեյս, 4. մետատվյալների հենք, 5. համակարգը առցանց օգտագործելու գործառնություններ։

VIRTUAL GEOGRAPHIC ENVIRONMENT OF ARMENIA: CONTENT, CAPABILITIES AND APPLICATION

A.A. Avagyan, A.A. Arakelyan, H.M. Manandyan, A. H. Nersisyan

Abstract

The aim of the article is to present the content of the spatial data of Armenia, the form of their organization, processing and application as a web-GIS. The geodatabase was created in the Laboratory of Geoinformatics of the IGS NAS during many years. The system has recently been summed up as a Virtual Geographic Environment (VGE). The article also provides a comparative description of existing web-GISs and defines the place of the system compiled by the authors.

Since 2000s GIS have been developed as online systems and several versions in respect to their goal and thematic had been formed: Geographical Information Space (GIS), the Spatial Data Infrastructure (SDI) – at a national level (NSDI), Virtual Geographic Environment (VGE), online web-Atlases, Municipal GIS etc. The article also provides comparative description of the functions and the information capabilities of the above mentioned systems.

It is stated that SGIS and VGE provide sources of relevant information and functions for Earth science research and exploration respectively. The typical components of this systems are as follows: 1. geodatabase, 2. spatial and temporal process models, 3. geodatabase, updating interface, 4. metadata repository, 5. online application of the system. In the article, the mentioned components of the VGE-Armenia are presented in detail.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНАЯ АППАРАТУРА «Vector-Geo»

© 2018 г. А.К. Матевосян*, Г.А. Бабаян**

**Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.com,*

*** Nairi-Tech ООО, E-mail: babayan.grigor@gmail.com.
Поступила в редакцию 08.11.2017г.*

В статье представлены область применения и основные технические характеристики, а также преимущественные особенности разработанного многоцелевого аппаратно-программного измерителя «**Vector-Geo**». Благодаря своим функциональным особенностям, представляется его широкое применение при проведении научно-исследовательских электроразведочных работ. Предлагаемый комплекс может быть полезен для эффективного освоения учебно-практического материала по лабораторному курсу «*Петроэлектрические исследования образцов и моделей горных пород и руд*» и «*Физическое моделирование – Электроразведочный практикум*».

В настоящее время достаточно широко применяются десятки электроразведочных методов и их модификаций, разработано много способов геоэлектроразведки, предназначенных для решения узкоспециализированных геологических задач в конкретных геолого-геофизических условиях. На практике все эти методы и способы реализуются с помощью особых специализированных комплексов аппаратуры. Узкая специализация позволяет создать относительно простую, легкую, достаточно надежную и дешевую аппаратуру, пригодную для эксплуатации (*высокопроизводительную*) в сложных полевых условиях. Однако зачастую для решения поставленной задачи (*особенно при изучении сложных геоэлектрических сред в рудных областях*) требуется проведение исследований несколькими электроразведочными методами и их модификациями (*применение рационального электроразведочного комплекса с целью получения более достоверного и полноценного исходного материала*). При этом приходится преодолевать значительные трудности на разных стадиях работ, связанные с особенностями конкретно применяемых узкоспециализированных методик (*при полевых измерениях в результате использования разной аппаратуры со специфическим оборудованием, обработки данных конкретно встроенным программным обеспечением и совместной интерпретации зачастую трудно сопоставимых результатов*).

Традиционно сложилось так, что и сегодня почти все виды серийно-выпускаемой электроразведочной аппаратуры можно объединить в пять основных классов (*по признакам близости определяемых параметров, принимаемых и измеряемых сигналов и общности структурных и функциональных схем*) (Бобровников и др., 1985; Электроразведка, 1989), поз-

воляющих выполнять электроразведочные исследования с использованием:

- постоянных и очень медленно изменяющихся электрических полей искусственного и естественного происхождения,
- нестационарных искусственных электромагнитных полей,
- электромагнитных полей звуковых и инфразвуковых частот,
- полей радиочастот,
- естественных электромагнитных полей Земли, изменяющихся по случайным законам.

Следует обратить внимание, что в этой классификации отсутствуют способы исследований методом блуждающих токов, основанные на изучении геоэлектрической среды в промышленно развитых регионах по особенностям пространственно-временного распределения нестационарного **техногенного электромагнитного поля (ТЭМП)**. Теоретическим основам, методике измерений, обработки и интерпретации данных посвящено немало работ (Инструкция ..., 1984; Скважинная ..., 1989; Электроразведка, 1989; Матевосян, 2003), и несмотря на непрерывно возрастающую актуальность таких электроразведочных работ, ввиду сложного особо-изменчивого характера проявления техногенного электрического поля (*изменяющегося непредсказуемым (случайным) образом*) в реальной геоэлектрической среде и отсутствия современной многофункциональной измерительной аппаратуры с соответствующим программным обеспечением, указанный метод никак не находит своего должного применения.

Теоретические основы единой (*оптимизированной*) методики электроразведочных исследований гальваническим (*контактным*) способом векторных измерений приведены в (Матевосян, 2003), где на большом конкретном материале (*путем математического моделирования и численных расчетов, физического моделирования и опытно-методических полевых исследований*) показана высокая эффективность таких изысканий. Кроме этого следует подчеркнуть, что выполнение рационального электроразведочного комплекса (*внутриметодное комплексирование*), в итоге позволяет получить высокоинформативный интерпретируемый материал, пригодный для продуктивного сопоставления с данными, полученными другими геолого-геофизическими методами.

В связи с этим разработка и создание более универсальной научно-исследовательской аппаратуры, позволяющей выполнять экспериментальные (*полевые и лабораторные*) комплексные опытно-методические и производственные электроразведочные работы многими методами и их модификациями, и сегодня не потеряла свою актуальность.

Очевидно, что решение поставленной задачи должно быть основано на применении системного подхода исследований. Основным звеном таких работ является регистрация полного (*суммарного*) электрического поля (*минимизацией ограничений и без фильтраций*) в широком динамическом и частотно-временном диапазоне, высокая скорость измерений и извлечение требуемой информации на стадии обработки данных с приме-

нением разнообразных специальных программ при выполнении исследований каждым электроразведочным методом. Кстати, следует отметить, что общепринятое подавление гармонической помехи промышленной частоты непосредственно в процессе измерений электрических полей в итоге понижает информативность, а зачастую, и объективность (*эффективность*) электроразведочных исследований.

При решении многих геофизических задач нет необходимости использования самых чувствительных и высокоточных современных измерителей. С другой стороны в задачах электроразведки часто необходимы длительные серии измерений нестационарных электромагнитных полей естественного, искусственного и техногенного происхождения. В связи с этим к приборам предъявляются жесткие требования по стабильности и длительности автономных измерений с возможностью запоминания длинных непрерывных рядов данных (*надежность измерительной аппаратуры*) и максимальной визуализацией всего процесса регистрации в интерактивном режиме измерений.

Неоспоримым достоинством универсального системного подхода измерений также является получение полноценного более объективного высокоинформативного исходного материала, применимого и в дальнейшем при последующем изучении конкретной данной геоэлектрической среды с использованием новых и совершенствованных компьютерных программ обработки и интерпретации данных без каких-либо ограничений. Разработка такого многоцелевого научно-исследовательского измерительного комплекса выполнено при финансовой поддержке Государственного комитета по науке МОН Армении в рамках научного проекта № 15T-1E418.

Многофункциональная электроразведочная многоканальная измерительная аппаратура «**Vector-Geo**» предназначена для полноценных лабораторных электрометрических исследований (*петрофизика – изучение удельного электрического сопротивления, поляризуемости образцов горных пород, руд и моделей; физическое моделирование с использованием встроенного маломощного универсального генератора прямоугольных импульсов, работающего в разных временных режимах измерений*). Разработанный комплекс может быть применен при полевых геофизических работах (*электроразведка – методами сопротивлений в различных модификациях, вызванной поляризации в широком частотно-временном диапазоне с применением основных и специфических временных режимов измерений, заряда – с использованием практически любого серийно выпускаемого электроразведочного генератора постоянного или низкочастотного тока; блуждающих токов, естественного поля, теллурических токов и др.*).

«**Vector-Geo**» является компьютеризированным контрольноизмерительным комплексом на базе реконфигурируемой модульной платформы CompactRIO компании National Instruments (США). В состав комплекса

также входят различные модули ввода/вывода аналоговых и цифровых сигналов.

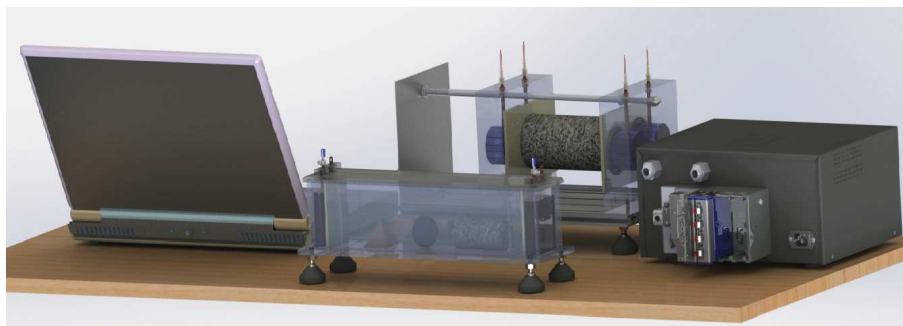


Рис.1. Внешний вид лабораторного комплекса при исследовании петроэлектрических характеристик образцов и моделей горных пород и руд.

National Instruments является одним из мировых лидеров в технологии виртуальных приборов и в разработке и изготовлении аппаратного и программного обеспечения для систем автоматизированного тестирования (<http://www.ni.com/company>).

Основные технические характеристики измерителя «**Vector-Geo**»:

- наличие программируемых логических интегральных схем (ПЛИС),
- частота оцифровки – 500, 50 кГц/канал,
- разрядность аналого-цифрового преобразователя (АЦП) – 16, 24 бит,
- количество каналов – 4, 8, + ...,
- входной диапазон напряжения – ± 10 В, ± 0.5 В,
- тип каналов – полностью изолированные, дифференциальные (*межканальная электрическая изоляция – 1000 В*),
- операционная система реального времени,
- тип датчиков – электрические диполи MN,
- входное сопротивление – не менее 1 ГОм,
- диапазон внешнего питающего напряжения – $9 \div 30$ В,
- диапазон рабочих температур – $(-10 \div +45)^\circ\text{C}$.

Аппаратура «**Vector-Geo**» может использоваться с персональным компьютером (ноутбуком), связь с которым осуществляется по интерфейсу USB или Ethernet.

Для регистрации и управления всем контрольноизмерительным комплексом разработано специальное программное обеспечение, написанное в графической среде программирования **LabVIEW** (Евдокимов Ю.К. и др., 2007; Федосов В.П., и др., 2007; Bitter R., 2016).

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) — это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы **National Instruments**. LabVIEW используется в системах сбора и обработки данных, а также для управления техническими объектами и технологическими процессами.

Программное обеспечение позволяет оперативно настраивать параметры генерации прямоугольных импульсов и каналов сбора данных, производить измерения и выполнять предварительную обработку с выводом результатов на различные графические и цифровые индикаторы в реальном масштабе времени, а также записывать данные в TDMS-файлы (при необходимости для непрерывного просмотра \прокрутки частично или всего процесса измерений с использованием программного пакета NI Diadem), графические *.png-файлы в требуемые моменты регистрации электрических полей в реальном масштабе времени и Excel-файлы для

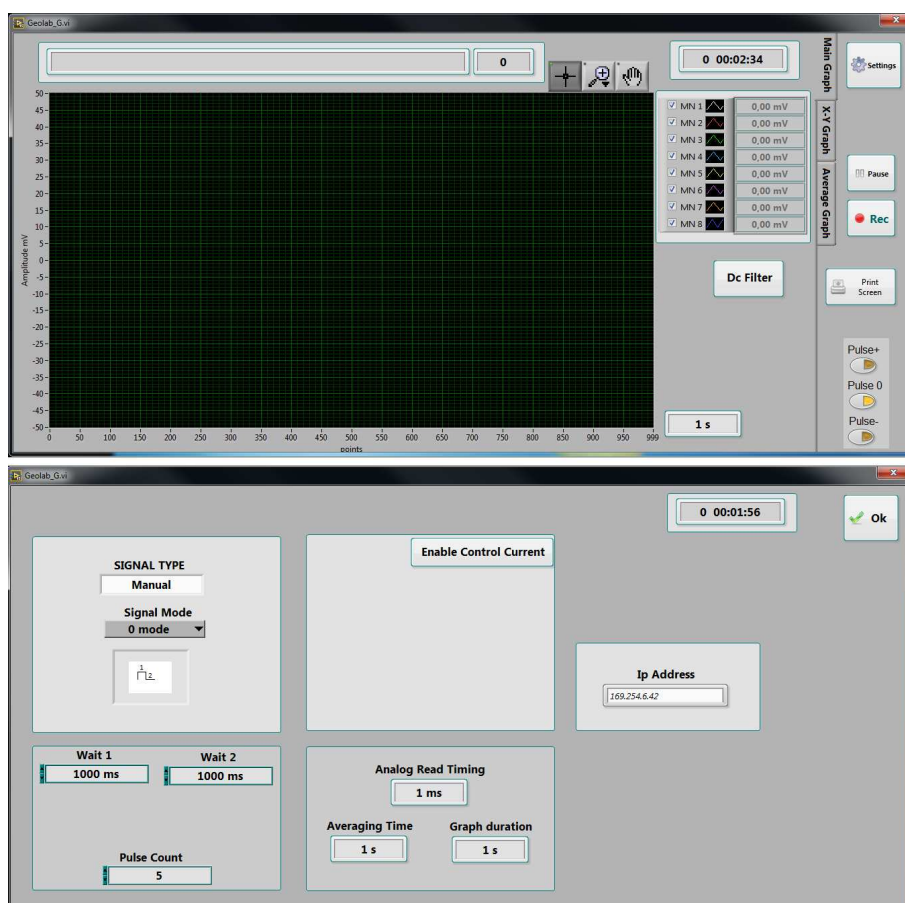


Рис. 2. Основные панели программного обеспечения для управления процессом измерений в интерактивном режиме.

дальнейшей многосторонней обработки и интерпретации данных (рис.2). Программное обеспечение также позволяет применять различные фильтры, настраивать их параметры, строить спектральные графики и т.д. Предусмотрены стандартные наборы настроек оптимальные для производства геофизических работ тем или иным методом, а также возможность установления практически любых настроек, выбор которых осуществляется с помощью главного меню программного обеспечения.

Представленный комплекс снабжен:

- 8-канальным электротехническим эквивалентным имитатором неоднородной геоэлектрической среды, используемым как для контроля и калибровки измерительной аппаратуры, так и оперативного наглядного освоения аппаратуры и прилагаемого программного обеспечения,
- внешним питанием для продолжительной работы ноутбука в автономном режиме.

К нему предусмотрено также подключение дополнительного большого монитора, с целью:

- оперативного и продуктивного наблюдения за всем процессом измерений,
- интерактивного регулирования и контроля различных измеряемых параметров,
- подбора и корректировки вычисляемых и представляемых наиболее информативных зависимостей в реальном масштабе времени.

Гибкая структура и возможность программным образом определить функциональность аппаратуры позволяет легко изменять ее конфигурацию (*количество и тип каналов добавлением и заменой стандартных модулей*) при минимальных материальных затратах, что в целом кардинально повысит эффективность многоцелевых научно-исследовательских работ.

Комплекс снабжен взаимозаменяемым и совместимым полевым и лабораторным вспомогательным оборудованием, позволяющим практически выполнять научно-исследовательские работы большинством электроразведочных методов (*кроме высокочастотных*) и их модификациями. К примеру, в состав лабораторного комплекса для изучения петроэлектрических характеристик входят аппаратно-программный измеритель «*Vector-Geo*», лабораторные электролитические установки и компьютер (рис.1). Кстати отметим, что прототип стенда «**Лабораторные исследования электрических свойств горных пород и руд**» был представлен на ежегодной выставке высоких технологий Digitec (*Yerevan EXPO-2016*), а в 2017 году данная концепция в качестве учебно-исследовательского стенда была представлена на ежегодной выставке **NI Week** компании **National Instruments** в городе Остин (США), где также вызвала большой интерес у исследователей в данной области, представителей компании и посетителей.

Универсальность созданной аппаратуры послужит основой для разработки конкретных опытных промышленных образцов узкоспециализированной (*специфической*) относительно недорогой электроразведочной аппаратуры при работах разными методами и их модификациями в лабораторных (*при физическом моделировании и петроэлектрических исследованиях*) и полевых условиях.

Разработанный комплекс также позволит оптимизировать проводимые исследования ранее предложенными способами геоэлектроразведки и изучения электрических свойств образцов горных пород и руд, петроэлектрических характеристик и зависимостей геоэлектрических моделей (*авторские свидетельства СССР №№ 1179243, 1249607, 1193619, 1350640, 1704120 и 1300369*).

Авторы выражают глубокую благодарность Гегаму Бабяну и Геворку Касарджяну (Nairi-Tech) за неоценимую помощь на всем протяжении разработки представленного аппаратно-программного комплекса, а также признательность сотрудницам ИГН Нуне Авакян и Нарине Гюрджян, принявших активное участие в лабораторных испытаниях опытного образца измерительной аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобровников Л.З., Кадыров И.Н., Попов В.А. Электроразведочная аппаратура и оборудование. М., Недра, 1985, 332 с.
- Евдокимов Ю.К. Линдваль В.Р. Щербаков Г.И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. М., МДК Пресс, 2007, 400с.
- Инструкция по электроразведке. Л., Недра, 1984, 352с.
- Матевосян А.К. Разработка теоретических основ методики векторной съемки. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора физ.-мат. наук, Ереван. ИГН НАН РА, 2003.
- Скважинная и шахтная рудная геофизика. Справочник геофизика. М., Недра, 1989, в двух книгах 320 и 440с.
- Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW. М., ДМК Пресс, 2007, 456с.
- Электроразведка. Справочник геофизика. М., Недра, 1989, в двух книгах – 438с, 378с.
- Bitter R., Mohiuddin T., Nawrocki M., LabVIEW Advanced Programming Techniques, Second Edition. ISBN 0-8493-3325-3, 2016, 505p.

Рецензент А.Галстян

ԲԱԶՄԱՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ԷԼԵԿՏՐԱԶՆԵՏԱԽՈՒՉԱԿԱՆ ՉԱՓՄԱՆ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄ «Vector-Geo»

Ա.Կ. Մաթևոսյան, Գ.Ա. Բաբայան

Ամփոփում

Հոդվածում ներկայացված է մշակված բազմաֆունկցիոնալ բազմաալիք չափման սարքավորման «Vector-Geo» կիրառման ոլորտն ու բերված են նրա հիմնական տեխնիկական բնութագրերն և մրցակցային

առավելությունները: Իր ֆունկցիոնալ առանձնահատկությունների շնորհիվ, այն կարող է լայնորեն օգտագործվել էլեկտրահետախուզական գիտահետազոտական աշխատանքներում:

Առաջարկվող համալիրը նաև կարող է օգտակար լինել ուսումնական և գործնական նյութերի արդյունավետ յուրացման ժամանակ *«Լեռնային ապարների և հանքաքարի նմուշների ու մոդելների էլեկտրական հատկությունների ուսումնասիրություն»* և *«Ֆիզիկական մոդելավորում՝ էլեկտրահետախուզության գործնական աշխատանքներ»* լաբորատոր դասընթացներում:

MULTIFUNCTIONAL MEASURING EQUIPMENT «Vector-Geo» FOR ELECTRICAL PROSPECTING

A.K. Matevosyan, G.A. Babayan

Abstract

The article presents the field of application and gives the main technical characteristics and the main features of the developed multi-purpose hardware-software measuring device "Vector-Geo". Due to its functional features, it can be widely used in research electrical survey. The proposed complex can be useful for effective mastering of educational and practical material on the laboratory courses *"Petroelectric studies of samples and models of rocks and ores"* and *"Physical modeling - Electrical prospecting workshop"*.

**ՄԻՍԻԱՆԻ ՀՐԱԲԽԱ-ԴԻԱՏՈՄԻՏԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ
ԲՈՐ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ
ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՈՒՄԸ**

**© 2018թ. Թ.Ա. ԱՎԱԳՅԱՆ, Շ.Ս. ԶԱԲԱՐՅԱՆ, Շ.Ա. ԳՅՈՒԼԼԱԶԱՐՅԱՆ,
Ա.Ս. ՍԱՀԱԿՈՎ, Ս.Վ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ**

*ՀՀ ԳԱՍ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա
Հանձնված է խմբագրություն 02.02.2018թ.*

Միսիանի դիատոմիտային ավազանում հայտնաբերված բորային միներալները գտնվում են հրաբխային փոշի-դիատոմային, մոնթմորիլոնիտ-դիատոմային և գիպսային առաջացումներում, որոնց հզորությունները տատանվում են 0.5-1մ: Քանի որ բորի հիմնական կոնցենտրատը հանդիսանում է ապակին, ապա բորի նստեցումը ավազանում տեղի է ունենում հրաբխային փոշի-դիատոմային կավերի հետ միաժամանակ: Ավազանի սնուցումը կատարվել է պիրոկլաստիկ նյութերով, թերմալ ջրերով, ինչպես նաև ֆումարոլ-սոլֆատային գործունեության հետ կապված նյութերով: Անհրաժեշտ է նշել, որ բացահայտված հրաբխային փոշու դիատոմային, մոնթմորիլոնիտային և գիպսային առաջացումները, որտեղ գտնվում են բորային միներալները թույլ են տալիս գնահատելու այդ տարածքները որպես հեռանկարային որոնողական գոտիներ: Քանի որ բորատները բարձր ջրալուծելի են, այդ իսկ պատճառով դրանց հայտնաբերումը մակերեսում քիչ հավանական է, հետևաբար բորատների հաստվածքների հայտնաբերման համար խորհուրդ է տրվում օգտագործել խորքային մեթոդներ (հորատանցքեր): Դրա վառ օրինակն է Փոքր Ասիայում, Հյուսիսային և Հարավային Ամերիկայում հայտնաբերված բորատների պաշարները բացարձակապես հորատման աշխատանքներով:

Թվով տաս բորային միներալների հայտնաբերումը Միսիանի դիատոմիտային ավազանի հրաբխային փոշու, պեմզային, տուֆային, գիպսային և մոնթմորիլոնիտ-դիատոմիտային ապարներում նախադրյալներ են ստեղծում հետագայում բացահայտել բորային հանքանյութի կուտակումները:

Աշխատանքի նպատակն է, հաշվի առնելով հայտնաբերված մի խումբ բորային միներալների կապվածությունը հրաբխային փոշու, պեմզայի, տուֆային և գիպսային առաջացումների հետ, դիատոմիտային ավազանում բացահայտել B_2O_3 -ի բարձր պարունակությամբ մեծ հզորության տեղամասեր:

Նախատեսված նպատակները իրականացնելու համար կիրառվել են միներալա-պետրոգրաֆիական, լիթոլոգիա-պետրոգրաֆիական, ռենտգեն-ֆազային, քիմիական և սպեկտրալ անալիզներ:

Հայաստանում ապարների, միներալների և ջրերի մեջ բոր էլեմենտի ուսումնասիրություններով զբաղվել են մի շարք գիտնականներ

(Ա.Տ.Ասլանյան, Ռ.Տ. Ջրբաշյան, Ա.Խ.Մնացականյան, Բ.Մ.Մելիքսեթյան, Ռ.Բ.Յադոյան, Է.Ս.Խալաթյան, Է.Գ.Մալխասյան, Ս.Ն.Կարապետյան և այլք): 1965թ. Յու.Է. Բարանովի, Լ.Ա. Իզնատովայի (Баранов, Игнатьева, 1965) կողմից Սիսիանի դիատոմիտային ավազանի լիթոպետրոգրաֆիական ուսումնասիրությունների ժամանակ տուֆ-դիատոմիտների ապակե զանգվածում հայտնաբերվել են բորի պրիզմային և ասեղնաձև բյուրեղներ, հետազայում նրանց կողմից հայտաբերվել են ուլեքսիդ, տինկալկոնիդ, կոլեմնիտ և բորացիտ: Նշված հեղինակների կողմից բորի որոշումներն իրականացվել են Մոսկվայի ИМГРЭ-ի ֆիզիկա-միջուկային լաբորատորիայում նեյտրոնային ակտիվացման եղանակով: Ըստ ստացված տվյալների բորի անհիդրիդի պարունակությունները Սիսիանի դիատոմիտային ավազանի ստորին հորիզոններում կազմել են 0,4%, վերին հորիզոններում 1,2%: Հետազայում, 1967թ. Հայաստանի Երկրաբանական վարչությունում Ռ.Բ. Յադոյանի գլխավորությամբ կազմակերպվել է արշավախումբ, որը զբաղվում էր Սիսիանի դիատոմիտային ավազանի կավային ապարների բորաբերության ուսումնասիրությամբ: Մի քանի հարյուր նմուշների վրա կատարված տարատեսակ անալիտիկ հետազոտությունները, ընդհանուր առմամբ, ցույց տվեցին բացասական արդյունք: Հաշվի առնելով Սիսիանի դիատոմիտային հաստվածքում բորի պարունակության վերաբերյալ (Баранов, Игнатьева, 1965) հեղինակների ստացած դրական և հուսալի արդյունքները, Յադոյանի արշավախմբի կողմից հավաքված 132 նմուշներ նեյտրոնային ակտիվացման մեթոդով բորի որոշման նպատակով ուղարկվեցին հետազոտման Մոսկվայի ИМГРЭ-ի լաբորատորիա: Ստացված անալիզների արդյունքները դրական էին: Ստորև ներկայացված է 132 նմուշների նեյտրոնային ակտիվացման, քիմիական և սպեկտրալ եղանակներով ստացված բորի պարունակությունների համեմատական աղյուսակ (2- Մոսկվայի ИМГРЭ-ի լաբորատորիա; 4,6- Հայաստանի Երկրաբանական վարչության կենտրոնական լաբորատորիա):

Աղյուսակ 1

Նմուշներում նեյտրոնային ակտիվացման, քիմիական և սպեկտրալ եղանակներով ստացված բորի պարունակությունների համեմատական աղյուսակ (2- Մոսկվայի ИМГРЭ-ի լաբորատորիա; 4,6- Հայաստանի Երկրաբանական վարչության կենտրոնական լաբորատորիա):

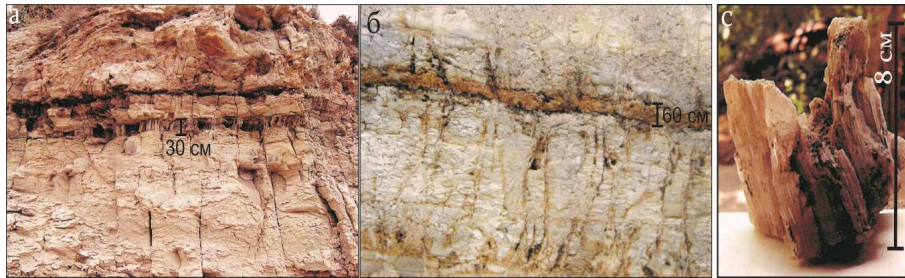
1	2	3	4	5	6
Նմուշների քանակը	Նեյտրոնային ակտիվացման եղանակ $B_2O_3\%$	Նմուշների քանակ	Քիմիական եղանակ $B_2O_3\%$	Նմուշների քանակ	Սպեկտրալ եղանակ $B\%$
5	0	2	0,01-0,02	9	0,001-0,003
13	0,05-0,08	15	հետքեր	123	բացակայում է
1	0,86	115	բացակայում է	0	
113	0,10-0,38	0		0	

Հայաստանի Հանրապետության սահմաններում առանձնացվում են բորաքեր երեք գոտիներ:

1. Հանքավան – Սյունիքի, որտեղ բորաքերությունը հիմնականում կապված է էնդոգեն պրոցեսների հետ:
2. Մերձարաքսյան - Երևանյան խորքային բեկվածքների երկարությամբ, որտեղ գերակշռում է էկզոգեն գործոնը: Այստեղ բորաքերությունն ունի սինգենետիկ բնույթ և կապված է նստվածքային և հրաբխածնա-նստվածքային համակարգերի հետ:
3. Վայքի շրջան, որը միջանկյալ դիրք է զբաղեցնում վերոհիշյալ երկու գոտիների միջև: Այստեղ կարևոր են և՛ էկզոգեն և՛ էնդոգեն գործոնները, սակայն գերակշռում են տարրալուծման պրոցեսները:

Ընդհանրապես բորի արդյունաբերական հանքավայրերը ներկայանում են երեք գենետիկ տեսակներով՝ հրաբխա-նստվածքային, հալոգեն և սկառնային (Озол и др., 1976): Սակայն հանքանյութում բորի անհիդրիդի բարձր պարունակությամբ և բորի կորզման համեմատաբար հեշտությամբ գերադասվում և մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում հրաբխանստվածքային հանքավայրերը: Այդպիսի հանքավայրերի որոնումները հաճախ պսակվում են հաջողությամբ: Այսպես օրինակ, վերջին տարիներն Թուրքիայում հայտնաբերվել են բորի հանքանյութով հարուստ հրաբխա-նստվածքային մի քանի խոշոր հանքավայրեր: Հաշվի առնելով բորատների բարձր ջրալույծ հատկությունները, բորի հայտնաբերումը մակերեսային պայմաններում քիչ հավանական է, անհրաժեշտ է կիրառել խորքային, առաջին հերթին հորատման եղանակը: Լճային ավազանում կարբոնատ-կավային կամ կավային նստվածքներում մանր շերտիկների կամ բների առկայությունը թույլ է տալիս դրանք համարել բորատների արդյունաբերական հաստվածքների որոնման բարձր հեռանկարայնություն ունեցող գոտիներ: Դրա վառ ապացույցն է Փոքր Ասիայում, Հյուսիսային և Հարավային Ամերիկայում հրաբխա-նստվածքային բորատային հաստվածքների հայտնաբերումը բացառապես հորատման եղանակով: Սկզբում եղել են բորատների առանձին շերտիկներ կամ բներ, որոնք կազմել են պսակներ գլխավոր հանքային մարմնի շուրջը, հետո ավելի խոշոր շերտեր, որոնք ունեն ինքնուրույն արդյունաբերական նշանակություն և եզակի են նատրիումական բորատների պաշարներով: Այդպիսիք են Կիրկա-Սարիկայան Թուրքիայում, Կրամերը Կալիֆոռնիայում: Վերջին ժամանակներս հետազոտողները բորի կուտակումները կապում են հրաբխային ապակու հետ: Ինչպես ցույց են տվել ռադիոգրաֆիկ հետազոտությունները (Берзина и др., 1975) ժամանակակից և երիտասարդ հրաբխական շրջաններում էֆֆուզիվ և պիրոկլաստիկ ապարներում բորի հիմնական կուտակիչը համարվում է ապակին: Այսպես օրինակ, Կուրիլյան կղզիների (գ. Կունաշիր) անդեզիտներում բորի պարունակությունը պլագիոկլազի և պիրօքսենների ֆենոբյու-

բեղներում նկատելիորեն ավելի քիչ է քան ապակե ֆագայում: Բորի նման տեղաբաշխում նկատվում է նաև այլ շրջանների հրաբխային ապարներում: Իտալիայի Չիմինո հրաբուխի տուֆերում բորի պարունակությունը պորֆիրային ներփակումներում կազմում է 10-46գ/տ, իսկ ապակե ֆագայում 420գ/տ: Մա վկայում է այն մասին, որ մագմայի երկրի մակերևույթ դուրս գալիս բորի հիմնական մասը չի տարալուծվում ավելի վաղ դուրս եկած միներալների բյուրեղային ցանցերում, այլ կուտակվում է մնացորդային հալոցքում, որի սառչելուց հետո մասամբ կլանվում է ապակու կողմից, մասամբ էլ անջատվում է մթնոլորտ: Ապակու սառեցման հետևանքով ստեղծված պայմանները նպաստում են բոր իոնի ավելի մեծ շարժունակությանը, և հետևաբար լուծույթներից հեշտ անջատմանը (Белов, 1954), ինչն էլ պայմանավորում է հրաբխային տարածքների ստորգետնյա և մակերեսային ջրերում բորի կոնցենտրացիայի աճը: Այսպիսով, բորի տարրալուծումը հրաբխային ապարների հիդրոթերմալ լուծույթներից կարող է հանդիսանալ բոր էլեմենտի կորզման հնարավոր աղբյուրներից մեկը: Հետաքրքիր է, որ հրաբխի միջպարոքսիզմի շրջանում բորը մյուս ցնդող բաղադրիչների հետ ջրածնային միացությունների տեսքով կուտակվում է մագմայում: Բորաջրածնի օքսիդացումը տեղի է ունենում ջրի գոլորշիների առկայությամբ, ուղեկցվելով մեծ քանակի էներգիայի անջատմամբ և պայթյուններով: Այս է պատճառը, որ բորի և մյուս ցնդող բաղադրիչների կուտակումները մագմայում հանդիսանում են հրաբխականության էքսպլոզիվ բնույթը պայմանավորող կարևոր գործոններից մեկը: Միսիանի հրաբխա-դիատոմիտային ավազանում մեր կողմից բացահայտված թվով տաս միներալները ըստ լիթոշերտագրական, պետրոգրաֆիական, ռենտգեն-կառուցվածքային և սպեկտրալ հետազոտությունների կապված են թույլ աղային բնույթ ունեցող լճային ավազանի նստվածքների հետ, որոնք ներկայացված են հրաբխային փոշու, պեմզաների, տուֆերի, կավերի (մոնթոմորիլոնիտային կավեր), ինչպես նաև քիմիական ճանապարհով առաջացած կրաքարային շերտիկների և գիպսի տեսքով: Դիատոմիտային ավազանում գիպսը հանդես է գալիս առաջնային և երկրորդային տեսակներով: Առաջնային գիպսը անմիջականորեն կապված է դիատոմիտային ապարների հետ և հանդես է գալիս բյուրեղային շերտերով (նկ.1) ինչը վկայում է այն մասին, որ վերին պլիոցեն-չորրորդական ժամանակաշրջանի առանձին ժամանակահատվածներում դիատոմիտային ավազանի որոշ տարածքներում գոյություն է ունեցել ծանծաղ, ջրային-աղային ռեժիմ՝ չոր, տաք, շոգ կլիմայով: Նշված ռեժիմի ապացույցն է դիատոմիտային ավազանում այնպիսի աղա-ջրային դիատոմիտային ջրիմուռների առկայությունը ինչպիսիք են՝ *Navicula elegans*, *Nitzshia spectabilis*, *Loosinodiscus*, *Cyclotella* *conta*, *Varpliconica* և այլն: Հարկ է նշել որ, հրաբխականության ակտիվացման շրջանում ավազան են մուտք գործել հրաբխային փոշու, պեմզային, տուֆային և ֆունարոլսոլֆատարային գործունեության նյութեր: Այս ժամանակահատվածում



Նկ.1a. Հորիզոնական երակները Ուզ գյուղի մոտ (առաջնային գիպս) 6. Ուղղահայաց երակներ (երկրորդային գիպս) c. Գիպսի բյուրեղ:

միջավայրի ֆիզիկա-քիմիական պայմանները կրել են ալկալային բնույթ, նպաստելով գիպսի, սոդաների և բորային միներալների առաջացմանը: Միսիանի դիատոմիտային ավազանի լիթոշերտագրական կտրվածքների մեր ուսումնասիրությունները (Որոտան, Իրիմիս և այլ տեղամասեր), ուր գերակշռում են հրաբխային փոշու, տուֆային նյութերը ցույց են տվել ալկալայնության աճ մինչև 8,4% (Авакян и др., 2015), իսկ մյուս տեղերում ալկալայնությունը հազիվ հասնում է 2,3%: Հրաբխականության կապը գիպսի առաջացման հետ ցույց է տրված Ավան և Կարմրատար հրաբուխներին վերաբերող Ռ.Տ. Ջրբաշյանի և ուրիշների աշխատանքում (Джрбашян и др., 2005), ուր գիպսի առաջացումը կապվում է հրաբուխների ֆուլմարոլային գործունեության հետ: Նմանատիպ երևույթներ նկատվում են Կամչատկայում (Ավաչու, Շևելուչ և այլ հրաբուխներ, Набоко, 1959), ուր մաքուր գիպսի բյուրեղների առաջացումը տեղի է ունենում սոլֆատարա-ֆուլմարոլային ակտիվության եզրափակիչ փուլում: Մեր ուսումնասիրության առարկա հանդիսացող Միսիանի ավազանի բորային միներալները կապված են հրաբխային փոշու, պեմզային, տուֆային ապարների հետ, որտեղ բորի հիմնական կուտակիչը հրաբխային ապակին է, որի տարատեսակ ձևերը լավ նկատելի են իմերսիոն պրեպարատներում: Ապակին հանդես է գալիս թարմ, անգույն, հաճախ գորշ կանաչավուն գույներով: Հրաբխային փոշում բացի հարթ մակերես ունեցող ապակու կտորներից առկա են նաև թելանման կառուցվածք ունեցող կտորներ: Ապակու բեկման ցուցիչը հատկապես դիատոմիտային ավազանի հյուսիսային հատվածում տատանվում է 1,490-ից մինչև 1,520, իսկ կենտրոնական և հարավային մասերում՝ 1,520-1,540: Բացի նշված ապարներից նկատվում է նաև բորի կապվածությունը հրաբխային մոխրի էպիգենետիկ փոփոխություններից առաջացած մոնոմորֆիլոնիտ պարունակող դիատոմային կավերի հետ: Անհրաժեշտ է նշել, որ կախված էպիգենետիկական փոփոխությունների ինտենսիվության աստիճանից կրճատվում է չքայքայված հրաբխային ապակու քանակը, որը մեր նմուշներում հասնում է 30%: Ամենատարածված փոփոխություններից մեկը կավայնացումն է, որի ժամանակ շնորհիվ ներքին լուծելիության

կրճատվում է փոքր կայունություն ունեցող այնպիսի միներալների քանակը ինչպիսիք են՝ պիրոքսենը, ռոզովոյի օբմանկան և այլն: Դրանց տեղն են գրավում ավելի կայուն միներալներ՝ նոնաքարերը, ցիրկոնը, ռուտիլը, իլմենիտը, տուրմալինը, էպիդոտը և ուրիշներ: Ավազանի առանձին հատվածներում (որտեղ հայտնաբերել ենք բորի միներալները) կավայնության պրոցեսն ուղեկցվում է մոնոմորֆիզմիտային կավերի առաջացմամբ: Այդ տարածքներից են Շամբը, Բոնակոթը, Բարձրավանը: Նշենք, որ հրաբխային փոշու վերածվելը մոնոմորֆիզմիտային կավերի համարվում է հրաբխային պեմզային նյութերի փուլային փոփոխությունների արդյունք (Авакян, Степанян, 2014): Ըստ երևույթին Սիսիանի դիատոմիտային ավազանի սնուցումը, որն իրականացվել է Իշխանասարի հրաբխային օջախից և բորային միներալների նստելը լճային դիատոմիտային ավազանում տեղի է ունեցել հրաբխային փոշու, կավերի նստվածքագոյացմանը զուգահեռ: Ընդհանրապես Իշխանասարի հրաբխականությունը մեծ դեր է խաղացել ինչպես դիատոմիտային ապարների, միներալների և միներալային համակարգերի առաջացման, այնպես էլ ֆումարոլ-սոլֆատարային գործունեության հետ կապված նյութերի սնուցման գործում: Այն լիթոշերտագրական կապը, որ գոյություն ունի Իշխանասարի հրաբխային, Սիսիանի հրաբխա-դիատոմիտային և Գորիսի հրաբխա-բեկորային ապարների միջև, վառ կերպով արտահայտվում է Սիսիանի և Գորիսի տարածքների առանձին լիթոշերտագրական կտրվածքներում: Մեր կողմից ուսումնասիրված հրաբխա-դիատոմիտային ապարներում ԵԳԻ սպեկտրալ լաբորատորիայում իրականացված անալիզների արդյունքում հայտնաբերվել է բորի 0,013-0,024% պարունակություն: Զուգահեռաբար հիդրոերկրաքիմիայի լաբորատորիայում նույն նմուշներում իրականացվել է բորի որոշումը կոլորիմետրիկ կարմինային եղանակով: Ստացված արդյունքներն են՝ 0,0017-0,036%: ՀՀ ԳԱԱ Մ.Մանվելյանի անվ. Անօրգանական քիմիայի ինստիտուտում իրականացված հետազոտ ռենտգեն-ֆազային անալիզի արդյունքները համահունչ էին նախկինում ռուս ուսումնասիրողների կողմից ստացված արդյունքներին: Ստորև ներկայացված են նշված միներալները իրենց ռեֆլեքսներով:

1. Կոլեմանիտ - $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$ -17,52
2. Ուլեքսիտ - $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -16,3; 35,7; 33,7
3. Տինկալկոնիտ - $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -10,2; 2,03; 30,6
4. Բորացիտ - $\text{Na}_2(\text{B}_7\text{O}_{13})\text{Cl}$ -29,7; 33,3; 25,48
5. Հիդրոբորացիտ - $\text{CaMg}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -13,24; 15,3; 19,87
6. Դատոլիտ - $\text{Ca}[\text{BSiO}_4(\text{OH})]$ -28,96; 23,47; 3,02
7. Դանբուրիտ - $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ -24,9
8. Լյուդվիգիտ - $\text{Mg}_2\text{Fe}(\text{BO}_3)_2\text{O}_2$ -17,3; 35,0; 135,7
9. Կուրչատովիտ - $\text{CaMg}(\text{B}_2\text{O}_5)$ -34,7; 32,1
10. Ստուրմանիտ - $\text{Ca}_6\text{Fe}^{3+}_2(\text{SO}_4)_2(\text{BOH})_4$ -34,7; 22,8

Հետաքրքիրն այն է, որ հրաբխային փոշու այն տեսակներում ուր դիատոմային զրահները (լինեն ջարդված թե ամբողջական) համակցված են մոնոմորֆիկոնիտային կազմի կավային խառնուրդների հետ, այդտեղ բորի միներալների քանակն ավելի շատ է:

Այդ նմուշներում հրաբխային ապակու քայքայված մասը կազմում է 60-70%: Դա խոսում է հրաբխային փոշու էպիգենետիկ պրոցեսների (կավայնացում և այլն) ոչ լիակատար լինելու մասին: Դրա ապացույցն է այդ ապարներում մոնոմորֆիկոնիտ միներալի ոչ լիակատար ստրուկտուրայով հանդես գալը (Авакян, Степанян, 2014):

Բորային միներալները որոնք բացահայտվել են հրաբխային փոշու դիատոմային, մոնոմորֆիկոնիտային և գիպսային առաջացումներում, թույլ են տալիս գնահատելու այդ տարածքները որպես հեռանկարային որոնողական գոտիներ: Քանի որ բորատները բարձր ջրալուծելի են, այդ իսկ պատճառով բորատների հայտնաբերումը մակերեսում քիչ հավանական է, հետևաբար բորատների հաստվածքների հայտնաբերման համար խորհուրդ է տրվում օգտագործել խորքային մեթոդներ (հորատանցքեր):

Գրականության ցանկ

- Авакян Т. А., Степанян Ж. О., Саакян Л. Г. Гипсоносность диатомитовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна. Изв. НАН РА "Науки о земле" 2015, т.68, №2, с.13-20.
- Авакян Т.А., Степанян Ж.О. Литолого-стратиграфические особенности диатомито-пепловых образований Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна и связанные с ними полезные ископаемые. Изв. НАН РА, "Науки о Земле", 2014, т.67, №2-3, с.53-61.
- Баранов Ю.С., Игнатьева Л.А. Изучение геолого-геохимических закономерностей распределения повышенных концентраций редких элементов в эффузивно-осадочных формациях Закавказья, как основа прогноза и поисков новых типов месторождений редких элементов. Москва, 1965г., Фонды Арм. ГУ.
- Белов Н.В. Некоторые особенности бора в свете его кристаллохимии. Минералогический сборник Львовского геологического общества, №8, 1954.
- Берзина И. Г., Берман И.Б., Ковязин А.Н., Озол А.А. К геохимии бора в вулканогенно-осадочном процессе. Изв. АН СССР, серия геология, №5, 1975, с.130-132.
- Джрбашян Р.Т., Ширинян К.Г., Карапетян С.Г. Гипс и гипсоносные пеплы на четвертичных шлаковых конусах Аван и Кармратар(Армения). Изв. НАН РА "Науки о земле", 2005, т. LVIII, №3, с.3-6.
- Игнатьева Л. А., Рогожин С.А. Редкие земли Сюникской диатомитовой свиты Малого Кавказа, "Литология и полезные ископаемые", 1971, №3 с.140-149.
- Набоко С.И. Вулканические эксгальции и продукты их реакций. М., Изд. АН СССР, 1959, с.303.
- Озол А.А. Основные особенности геохимии бора и условия формирования его месторождений вулканогенно-осадочного типа. Литология и полезные ископаемые, №3, 1976, с.60-74.
- Озол А.А., Кац Я.Г., Лисицин А.Е. Закономерности размещения месторождений боратов вулканогенно-осадочного типа. Советская геология, 1976, №1, с.60-75.
- Ядоян Р.Б., Симонян Д.А., Мкртчян Г.Г., Явруян В.А., Варданян Э.Г. Отчет о поисковых работах на твердые бораты. Арм ССР, Фонды ИГН НАН РА, за 1966 с.47.

Рецензент Х.Меликсетян

ОБНАРУЖЕНИЕ БОР-СОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ В СИСИАНСКОМ ВУЛКАНО-ДИАТОМИТОВОМ БАССЕЙНЕ

**Т.А.Авакян, Ш.С. Закарян, Ш.А. Гюльназарян, А.С. Сааков,
С.В.Мкртчян**

Резюме

В Сисисанском диатомитоносном бассейне, обнаруженные борные минералы находятся в пепло-диатомовых монтмориллонит-диатомовых и гипсовых образованиях, мощность которых колеблется 0,5-1,0м. Поскольку основным концентратом бора является стекло, то садка бора в бассейне происходило одновременно с пепло-диатомовыми глинами. Питание водоема осуществлялось пирокластическими материалами, термальными водами, а также продуктами связанными с фумарол-сульфатарной деятельностью. Необходимо отметить, что выявленные прослойки пепло-диатомовых, монтмориллонитовых, гипсовых пород, в которых находятся борные минералы, позволяют рассматривать их, как перспективные на поиски обнаружения залежей боратов. Исходя из этого (поскольку бораты высокогидролизуемые) обнаружение боратов на поверхности мало вероятно. Следовательно, для обнаружения залежей боратов, во время поисковых работ рекомендуется использовать глубинные методы (скважины). Как доказательство этому, можно отметить отложение вулканогенно-осадочных боратов Малой Азии, Северной и Южной Америки, где запасы боратов были выявлены исключительно в результате буровых работ.

THE DISCOVERY OF BORON-CONTAINING MINERALS IN SISIAN VOLCANIC-DIATOMACEOUS BASIN

**T. A. Avagyan, Sh. S. Zakaryan, Sh. A. Gyulnazaryan, A. S. Sahakov,
S.V. Mkrtchyan**

Abstract

In Sisian diatomite-bearing basin the discovered boron minerals are in the ash-diatomite, montmorillonite-diatomite, and gypseous formations, the power of which fluctuates from 0,5 to 1,0m. Since the core concentrate of boron is glass, thus, the setting of boron in the basin took place simultaneously with the ash-diatomite clays. The basin feed was provided with pyroclastic materials, thermal waters, as well as with products connected with fumarole-solfatara activities. It is necessary to mention, that revealed interlayers of ash-diatomite, montmorillonite, gypseous types, where the boron minerals are, allow us to examine them as feasible in searches for the discovery of borate deposits. As a result (due to the high- hydrolyzable character of borates), the discovery of borates on the surface is scarcely probable. Accordingly, it is recommended to use abyssal methods (holes) for the discovery of borate deposits. As a proof, the sedimentation of volcanogenous-sedimentary borates in Asia Minor and North and South America should be mentioned, where the reserves of borates were revealed exceptionally through boring activities.

**ԱՌՈՒՐՅԱՆԻ ՋՐԱՄԲԱՐԻ ՏԱՐԵԿԱՆ ԱՌԱՎԵԼԱԳՈՒՅՆ
ՋՐԱԼՑՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱ**

**© 2018թ. Լ.Ռ.Վարդանյան, Լ.Վ.Ազիզյան, Ա.Է.Միսակյան,
Գ.Հ.Մուրենյան, Հ.Հ.Ազիզյան**

*ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոմետ ծառայություն, ՀՀ, 0002, Երևան, Լեռնի 54
E-mail: armstate@meteo.am, levon_azizyan@yahoo.com, miamalya@yandex.ru,
sinoptic.50@mail.ru, shaykuhi86@yandex.ru
Հանձնված է հրատարակչություն 24.08.2017թ.*

Աշխատանքի նպատակն է մշակել Հայաստանի համար կարևոր նշանակություն ունեցող Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն ջրալցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկա: Հիմնվելով առկա հիդրոոդերևութաբանական դիտարկումների տվյալների վրա, մշակվել է ջրամբարի տարեկան առավելագույն մակարդակի կանխատեսման բազմագործոն ռեգրեսիոն հավասարում, որի բնութագրիչները բավարարում են կանխատեսումների թողարկման համար ներկայացվող պահանջներին: Այդ հավասարման միջոցով կազմված ստուգողական կանխատեսումները արդարացված են:

ՀՀ գետերի տարեկան հոսքի 30-80%-ն անցնում է գարնանային վարարումների ժամանակահատվածում և ներկայումս մի շարք գետերի հոսքը կարգավորվում է ջրամբարներով՝ գարնանային վարարումների ընթացքում հոսքը կուտակելու և սակավաջուր ժամանակահատվածում դրանք օգտագործելու համար:

Հոդվածը նվիրված է ՀՀ կարևոր ջրային օբյեկտներից մեկի՝ Ախուրյանի ջրամբարի, տարեկան առավելագույն ջրալցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկայի մշակմանը: Տարվա ընթացքում ջրամբարում հնարավոր առավելագույն ջրային ռեսուրսների քանակի իմացությունը կարևոր է ջրատնտեսական պլանավորման նկատառումներից ելնելով:

Ախուրյանի ջրամբարը գետային տիպի է, ունի սեզոնային կարգավորում, կառուցված է Ախուրյան գետի վրա և շահագործվում է Հայաստանի Հանրապետության և Թուրքիայի Հանրապետության կողմից հավասարության սկզբունքով:

Ջրամբարը կառուցվել է այն տեղամասում, որտեղ Կարս վտակը միախառնվում է Ախուրյանին: Ախուրյան գետը, որը սկիզբ է առնում Արփիլիճ ջրամբարից, Արաքսի ձախափնյա ամենամեծ վտակն է, Շիրակի մարզի մակերևութային ջրերի հիմնական աղբյուրը, որի ջրերն առավելապես օգտագործվում են ոռոգման նպատակներով: Նրանից սկիզբ են առնում բազմաթիվ ջրանցքներ: Ախուրյանի ամենաջրառատ վտակը աջակողմյան Կարս գետն է, որն ամբողջությամբ հոսում է ներկայիս Թուրքիայի տարածքով, իսկ հանրապետության տարածքում Ախուրյանի ամենանշանավոր վտակը սակավաջուր Կարկաչուն գետն

է, որը սկիզբ է առնում Արագած լեռնազանգվածի հյուսիս-արևմտյան լանջերից (3150մ բարձրությունից) և Գետք գյուղի մոտ թափվում է Ախուրյան գետը:

Ջրամբարի շինարարությունը սկսվել է 1975 թվականին և ավարտվել՝ 1982 թվականին: Ջրամբարը տարածաշրջանի խոշորագույններից է, որի նորմալ դիմհարի մակարդակի (ՆԴՄ) ժամանակ՝ 1452մ, ընդհանուր ծավալը 525 մլն մ³ է, որից օգտակար ծավալը կազմում է 510մլն մ³, 1451.63մ նիշի դեպքում, իսկ մեռյալ ծավալը՝ 15մլն մ³ է և համապատասխանում է 1429մ նիշին: Նորմալ դիմհարի մակարդակի՝ 1452մ դեպքում, ջրամբարի ջրի հայելին զբաղեցնում է 41.8կմ² մակերես: Ջրամբարի պատվարը բետոնային է, բարձրությունը 59.1մ և գտնվում է Ախուրյանի հետ Կարս գետի միախառնվելու վայրից հոսանքով 8 կմ ներքև: Ջրամբարի երկարությունը մոտ 20կմ է և տարածվում է Ջրափի գյուղից մինչև Երազգավորս գյուղը (Մնացականյան, Աջամօղլյան 2005, Թադևոսյան 2000):

Ախուրյանի ջրամբարի կառուցումը հնարավորություն տվեց մասամբ լուծել Շիրակի դաշտից մինչև Արարատյան դաշտի նախալեռնային գոտին ընդգրկող հողատարածությունների ոռոգման ջրով ապահովելու խնդիրը:

Ավազանի կլիման ձևավորվում է մերձարևադարձային գոտուն հատուկ արևմտյան օդային հոսանքների ազդեցության տակ: Ամառի օդերևութաբանական կայանի (1866մ) դիտարկումների տվյալների համաձայն օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանը կազմում է 4.3°C, Գյումրիում (1530մ)՝ 6.3°C (Կլիմայական տեղեկագիր I մաս, 2011): Ամենատաք ամիսները հուլիս-օգոստոսն են, իսկ ամենացուրտը՝ հունվարը: Տեղումների տարեկան քանակը Ամասիայում 670մմ է, իսկ Գյումրիում 507մմ (Կլիմայական տեղեկագիր II մաս, 2011):

Տարվա ընթացքում տեղումները բաշխված են անհավասարաչափ, առավելագույն քանակը թափվում է գարուն-ամառ ժամանակահատվածում, ընդ որում, առավելագույնը մայիս-հունիսին, իսկ նվազագույնը՝ ձմռան ընթացքում:

Ձնածածկույթով օրերի միջին թիվը տատանվում է 94 օրից (Գյումրի) մինչև 139 օր (Պաղակն): Կայուն ձյունածածկույթ Ամասիայում առաջանում է դեկտեմբերի երկրորդ տասնօրյակում և քայքայվում ապրիլի առաջին տասնօրյակում:

Ձնածածկույթի առավելագույն տասնօրյակային բարձրությանը ձմռան ընթացքում Ամասիա օդերևութաբանական կայանում կազմել է 146սմ, իսկ միջին մեծությունը՝ 59սմ (Կլիմայական տեղեկագիր II մաս, 2011):

Ախուրյան գետը և ավազանի մյուս գետերն ունեն հոսքի լավ արտահայտված ներտարեկան բաշխում՝ լավ արտահայտված գարնանային վարարումների փուլով, որն ընդգրկում է նաև ամռան սեզոնի մի մասը՝ հորդացումների փուլով, և ամառ-աշնանային ու ձմեռային սակավաջուր փուլերով: Գետերի հոսքի հիմնական մասը՝ 50-90%-ը,

հոսում է գարնանային վարարումների ընթացքում (ապրիլ-հունիս ամիսներին): Ձմռան ընթացքում հոսում է տարեկան հոսքի 5-15%-ը, իսկ ամառ-աշնանային սակավաջուր փուլում՝ 7-25%:

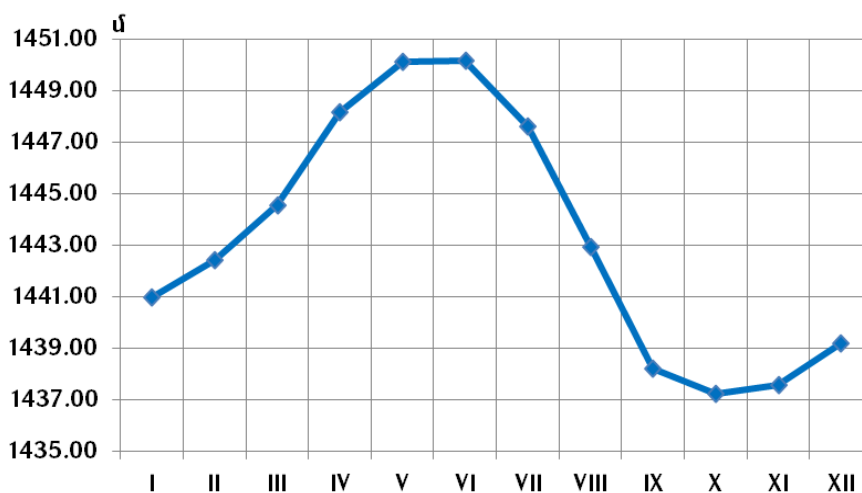
Գետերի սնման աղբյուրներից գարնանային վարարումների ընթացքում ամենամեծ բաժինն ընկնում է հալոցքային սնմանը, որը կազմում է մոտավորապես 55-65%, ստորերկրյա սնումը կազմում է 25-30%, անձրևայինը՝ 10-15% (Մնացականյան, Աջամոլյան, 2005):

Ախուրյանի գետավազանում հիդրոլոգիական դիտարկումներ իրականացվել են Հիդրոմետ ծառայության կողմից դեռևս 1930-ական թվականներից:

Ջրամբարի շահագործումից հետո Ջրափի գյուղի մոտ 1983 թվականի հոկտեմբերի 1-ին կառուցվել է հիդրոլոգիական դիտակետ 1400.00մ (ԲՀ) բացարձակ բարձրության վրա, որտեղ Հիդրոմետ ծառայության կողմից իրականացվում են համապատասխան հիդրոոդոմետրաբանական դիտարկումներ:

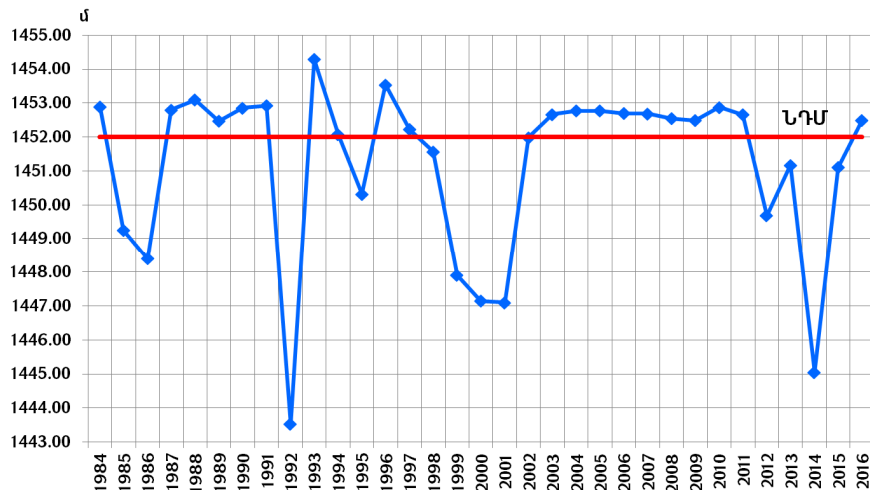
Ջրամբարի ջրի մակարդակը տարվա ընթացքում խիստ փոխվում է՝ պայմանավորված հիդրոոդոմետրաբանական գործոնների փոփոխությամբ, հիդրոտեխնիկական կառույցների աշխատանքի շահագործման ռեժիմով: Ընդ որում, ջրի մակարդակների փոփոխության վրա անթրոպոգեն գործոնի ազդեցությունն ամենամեծն է:

Ջրամբարում ջրի ամենաբարձր մակարդակը սովորաբար դիտվում է մայիս-հունիս ամիսների ընթացքում, իսկ նվազագույնը՝ աշնան վերջերին, ոռոգման սեզոնի ավարտի ժամանակ, որից անմիջապես հետո ջրամբարը սկսում է լցվել: Սակայն գետերի ցածր ջրայնության պատճառով նոյեմբերից-մարտ մակարդակի բարձրացումը այնքան էլ զգալի չի լինում (Նկ.1):



Նկ.1. Ախուրյանի ջրամբարի բազմամյա միջին ամսական մակարդակների տարեկան ընթացքը (Ջրափի հիդրոլոգիական դիտակետ)

Ջրամբարի տարեկան առավելագույն մակարդակների ընթացքը 1984-2016թթ. ժամանակահատվածի համար ներկայացված է նկ.2-ում:



Նկ.2. Ախուրյանի ջրամբարի (Ջրափի հիդրոլոգիական դիտակետ) տարեկան առավելագույն լցվածության մակարդակների փոփոխության դինամիկան 1984-2016թթ.

Ինչպես երևում է նկ.2-ից, ջրամբարի շահագործման ժամանակահատվածից սկսած մինչ այժմ, 21 տարիների ընթացքում, ջրամբարն ունեցել է ՆԴՄ-ին հավասար և ավել մակարդակներ, իսկ մնացած 12 տարիներին ջրամբարում ջրի առավելագույն մակարդակը չի հասել ՆԴՄ-ին: Տարեկան առավելագույն մակարդակների ամենացածր արժեքները դիտվել են 1992, 2000, 2001, և 2014 թվականներին: 1984-2016թթ. ժամանակահատվածում տարեկան առավելագույն մակարդակների նվազագույն արժեքը՝ 1443.53մ, դիտվել է 1992 թվականին, որին համապատասխանել է 238.9մլն.մ³ ջրալցվածություն (Ամենամյա տվյալներ ՀՀ մակերևութային ջրային ռեսուրսների վերաբերյալ):

Աշխատանքի գիտական նորույթն այն է, որ մշակվել է Ախուրյանի ջրամբարի առավելագույն ջրալցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկա ոչ թե ջրամբար մտնող հոսքի ծավալի որոշման, այլ այն պայմանավորող հիդրոոդերևութաբանական տարրերի միջև կապի միջոցով:

Գարնանային վարարումների ընթացքում Ախուրյանի ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման մեթոդիկայի մշակման համար մեր կողմից կիրառվել է ֆիզիկավիճակագրական մեթոդը (Руководство по гидрологическим прогнозам, 1989): Մշակվել է բազմագործոն ռեգրեսիոն կապ ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի և մթնոլորտային տեղումների ու օդի ջերմաստիճանի տվյալների միջև: Չնայած, Ախուրյանի գետավազանի մակերեսի մոտ 74%-ը գտնվում է Թուրքիայի տարածքում, որի հիդրո-

օդերևութաբանական բնութագրերի վերաբերյալ տվյալներ մեզ հասանելի չեն, այնուամենայնիվ բազմագործոն կապ ստանալու համար օգտագործել ենք գետավազանին բնորոշ Ամասիա օդերևութաբանական կայանի դիտարկումների տվյալները:

Այսպիսով, օգտագործելով 1981-2008թթ. ժամանակահատվածի Ախուրյանի ջրամբարի Ջրափի հիդրոլոգիական դիտակետի ջրի միջին օրական և տարեկան առավելագույն լցվածության մակարդակների, Ամասիա օդերևութաբանական կայանի օդի ջերմաստիճանի, մթնոլորտային տեղումների բազմամյա դիտարկումների տվյալները, բազմագործոն ռեգրեսիոն կապ է մշակվել դրանց միջև, որն արտահայտվում է հետևյալ հավասարման միջոցով.

$$H_{\text{առավելագույն}} = 1080.53 + 0.25H_{\text{մարտի 20}} + 0.011 \sum X_{\text{Ամասիա V-III}} - 1.16T_{\text{Մանայի III}} + 1.08T_{\text{ջրմայի III}} + 0.20\Delta T_{\text{Ամասիա IV}} - 1.32KX_{\text{Ամասիա V}} + 0.046KX_{\text{Ամասիա IV}}$$

որտեղ՝ $H_{\text{առավելագույն}}$ -ը Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն ջրալցվածության մակարդակն է, մ, $H_{\text{մարտի 20}}$ - մարտի 20-ի դրությամբ ջրամբարում ջրի միջին օրական մակարդակը, $\sum X_{\text{Ամասիա V-III}}$ - Ամասիա օդերևութաբանական կայանի նախորդ տարվա մայիսից մինչև տվյալ տարվա մարտ ամիսների մթնոլորտային տեղումների գումարային քանակը, T -ն ինդեքսում նշված կայանի նշված ամսվա միջին ամսական ջերմաստիճանը, $\Delta T_{\text{Ամասիա IV}}$ - Ամասիա օդերևութաբանական կայանի ապրիլ ամսվա օդի ջերմաստիճանի շեղումն է նորմայից, իսկ K -ն ամսական տեղումների քանակի մոդուլային գործակիցն է (տվյալ ժամանակաշրջանի տեղումների քանակի հարաբերությունը բազմամյա միջին արժեքին) ինդեքսում գրված ամիսների համար:

Հիդրոլոգիական կանխատեսումների ուղեցույցների (Наставление по службе прогнозов, 1962) համաձայն կանխատեսման թույլատրելի սխալը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\delta_{\text{թույլ}} = \pm 0.674\bar{\sigma}$$

որտեղ՝ $\bar{\sigma}$ -ն կանխատեսվող տարրի արժեքների միջին քառակուսային շեղումն է միջինից (ստանդարտ շեղում)

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

որտեղ՝ y_i - ն տարրի արժեքներն են, $\bar{y}$ - ը միջին արժեքն է, n -ը շարքի անդամների թիվն է:

Կանխատեսման մեթոդիկան կարող է օգտագործվել պրակտիկայում, եթե այն բավարար ճիշտ է: Որպես նրա ճշտության չափանիշ ծանայում է ստուգիչ կանխատեսումների միջին քառակուսային սխալը S'

$$S' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - \hat{y})^2}{n}}$$

Որպես կանխատեսման մեթոդիկայի կիրառության և որակի ցուցանիշ ընդունվում է $S'/\bar{\sigma}$ հարաբերությունը, որքան փոքր է այդ հարաբերությունը, այնքան բարձր է հաշվարկման ճշտությունը: Համաձայն կանխատեսումների վերաբերյալ մեթոդական ցուցումների, կանխատեսման մեթոդիկան համարվում է ընդունելի օպերատիվ կանխատեսումներ կատարելու համար $S'/\bar{\sigma}$ հարաբերության հետևյալ արժեքների դեպքում. երբ $n \leq 15$, ապա $S'/\bar{\sigma} \leq 0.70$, երբ $15 < n \leq 25$, ապա $S'/\bar{\sigma} \leq 0.75$, երբ $n \geq 25$, ապա $S'/\bar{\sigma} \leq 0.80$:

Այստեղ n -ը շարքի երկարությունը կամ տարիների թիվն է:

Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն ջրալցվածության մակարդակի կանխատեսման համար մշակված բազմագործոն կապի բնութագրերը ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն ջրալցվածության մակարդակի կանխատեսման կապի բնութագրերը

Որակի ցուցանիշները, $n=33$ տարի		
Կոռելյացիայի գործակիցը R	$S'/\bar{\sigma}$	Կանխատեսման թույլատրելի սխալի ապահովվածությունը, %
0.86	0.52	85

Ինչպես երևում է բերված աղյուսակի տվյալներից, և համաձայն կանխատեսումների վերաբերյալ մեթոդական ցուցումների (Наставление по службе прогнозов, 1962), մշակված կանխատեսումային կապը բավարարում է կանխատեսման թողարկման համար անհրաժեշտ պայմանին և կարող է օգտագործվել օպերատիվ կանխատեսումների համար:

Ախուրյանի ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման համար ստացված հավասարման ճշտությունը գնահատելու համար հավասարման միջոցով կազմվել են ստուգողական կանխատեսումներ անկախ ժամանակահատվածի 2009-2016թթ., համար: Փաստացի դիտված ու հաշվարկային արժեքների համադրությունը ներկայացված է աղյուսակ 2-ում:

Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն լցվածության մակարդակի փաստացի դիտված և ստուգողական կանխատեսումների արժեքներն ու կանխատեսման ճշգրտությունը 2009-2016թթ. ժամանակահատվածի համար,

$$\sigma_{\text{թույլ}} = \pm 1.72 \text{ մ}$$

Տարի	Առավելագույն մակարդակ, մ		Կանխատեսման սխալը, մ ($\hat{y} - y$)	Ճշգրտություն
	փաստացի, y	Կանխատեսված, $\hat{y}$		
2009	1452.49	1451.44	-1.05	արդարացել է
2010	1452.88	1454.58	1.70	արդարացել է
2011	1452.66	1451.06	-1.60	արդարացել է
2012	1449.69	1450.01	0.32	արդարացել է
2013	1451.17	1451.15	-0.02	արդարացել է
2014	1445.05	1449.22	4.17	չի արդարացել
2015	1451.11	1450.24	-0.87	արդարացել է
2016	1452.50	1452.63	0.13	արդարացել է

Ինչպես երևում է աղյուսակից, ստացված հավասարումով կազմված ստուգողական կանխատեսման արժեքները փաստացի դիտված արժեքներից շեղված են թույլատրելիի սահմաններում ($\sigma_{\text{թույլ}} = 1.72 \text{ մ}$) և, հետևաբար, բոլոր կանխատեսումները արդարացել են, բացի 2014 թվականից, երբ ջրամբարի առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսված արժեքը 4.36 մետրով ցածր է եղել փաստացի դիտված արժեքից: Կատարված վերլուծությունից պարզ է դառնում, որ այդ տարի 2014 թվականին, գարնանային վարարումները ձևավորող հիդրո-օդերևութաբանական պայմաններն եղել են խիստ անբարենպաստ, ձնածածկույթի կուտակման հիմնական ամիսներին տեղումները եղել են նորմայից խիստ ցածր, մարտ ամսվա ընթացքում դիտված բարձր ջերմային ֆոնը պայմանավորել է կուտակված ձյան պաշարների աստիճանական հալք, իսկ ապրիլ-մայիս ամիսներին դիտված տեղումների գերակշիռ մասը (90%) եղել են ներգանգվածային, որոնք հոսքի վրա էական ազդեցություն չեն թողնում:

Այսպիսով Ախուրյանի ջրամբարի տարեկան առավելագույն լցվածության մակարդակի կանխատեսման համար ստացված բազմագործոն կապը հուսալի է և բավարարում է կանխատեսման թողարկման համար ներկայացվող պահանջներին և կիրառելի է կանխատեսումներ կազմելու համար:

- Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ գիտության պետական կոմիտեի տրամադրած ֆինանսավորմամբ՝ «Մեկնա լիճ և ՀՀ խոշոր ջրամբարներ գարնանային վարարումների ընթացքում գետային ներհոսքի և առավելագույն մակարդակների կանխատեսումները կլիմայի փոփոխության պայմաններում» 16YR-1E071 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

Գրականություն

- Մնացականյան Բ.Պ., Աջամոլյան Ա.Գ., Շիրակի կլիման և ջրերը: Երևան, Զանգակ-97, 2005, 168 էջ:
- Թադևոսյան Հ.Թ. Ձգվում են կապույտ երակները: Երևան, Արարատ, 2000, 768 էջ:
- Կլիմայական տեղեկագիր I մաս, Օդի և հողի ջերմաստիճանը ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոոդերևութաբանության և մոնիտորինգի պետական ծառայություն, Երևան, 2011, 150 էջ:
- Կլիմայական տեղեկագիր II մաս, Օդի խոնավությունը, մթնոլորտային տեղումները և ձնածածկույթը, ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոոդերևութաբանության և մոնիտորինգի պետական ծառայություն, Երևան, 2011, 172 էջ:
- Ամենամյա տվյալներ ՀՀ մակերևութային ջրային ռեսուրսների վերաբերյալ, ՀՀ ԱԻՆ Հիդրոմետ ծառայություն, 1953-2016.
- Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып.1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ, Л., Гидрометеиздат, 1989, 357с.
- Наставление по службе прогнозов, разд. 3, ч.І. Прогнозы режима вод суши, Л., Гидрометеиздат, 1962, 193с.

Գրախոսող՝ Ա.Առաքելյան

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ МАКСИМАЛЬНОГО НАПОЛНЕНИЯ АХУРЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Л.Р.Варданян, Л.В.Азизян, А.Э.Мисакян, Г.Г.Суренян, А.О.Азизян

Резюме

Ахурянское водохранилище считается одним из важных водохозяйственных объектов Армении. Знание возможного максимального количества водных ресурсов водохранилища в течение года играет важную роль для водохозяйственного планирования. В статье поставлена цель разработать методику прогнозирования уровня максимального наполнения Ахурянского водохранилища.

На основе имеющихся данных гидрометеорологических наблюдений для прогнозирования уровня максимального наполнения водохранилища была разработана многофакторная регрессионная связь. Характеристики полученной связи удовлетворяют необходимым требованиям выпуска прогнозов и проверочные прогнозы, используя это уравнение, обеспечивают высокую оправдываемость.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного комитета по науке МОН РА в рамках научного проекта № 16YR-1E071 - «Прогнозирование речного притока в озеро Севан и крупные водохранилища РА, их максимальных уровней во время весеннего половодья в условиях глобального изменения климата».

MAXIMUM FULLNESS LEVEL FORECAST METHODOLOGY FOR AKHURYAN RESERVOIR

L.R.Vardanyan, L.V.Azizyan, A.E.Misakyan, G.H.Surenyan, H.H.Azizyan

Abstract

Akhuryan reservoir is considered to be one of the most important water-economic objects for Armenia. The knowledge of potential maximum water resources quantity in reservoir over the year is important for hydro-economic planning. Therefore, the main goal of this article is the forecast of maximum fullness level of Akhuryan reservoir. Based on available hydro-meteorological observations data, multifactor regression equation for maximum fullness level forecasting was developed and the characteristics of given relationship satisfy the necessary requirements for the issue of forecasts and the verification forecasts, compiled with this equation, ensure high accuracy. This work was supported by the RA MES State Committee of Science, in the frames of the research project N° 16YR-1E071 -“The forecasts of maximum levels and river inflow of spring floods period of Sevan Lake and major reservoirs of RA in climate change conditions”.

ԳՈՒԹԱՆԱՍԱՐԸ՝ ՈՐՊԵՍ ՕԲՍԻԴԻԱՆԻ ԱՂՔՅՈՒՐ ՆԵՈԼԻԹ-ԲՐՈՆԶԵ ԴԱՐՈՒՄ

© 2018 թ. Ա.Կ. ԶՈՒՀԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱՍ Հնագիտության եվ Ազգագրության Ինստիտուտ
(ՀՀ, ք. Երևան 0025, Չարենցի փ. 15)
Էլ. փոստ՝ lyosh777@gmail.com
Հանձնված է խմբագրություն 10.01.2018թ.

Աբստրակտ

Պալեոլիթի ժամանակաշրջանից մինչև միջնադար օբսիդիանը մեծ պահանջարկ է ունեցել տարատեսակ զենքերի, գործիքների և այլ իրերի պատրաստման համար: Մինչպատմական դարաշրջանի քարային նյութական բազայի գերակշռող մասը ապահովել են տեղի օբսիդիանի աղբյուրները, որոնցից խոշորագույնների շարքում Գութանասարի հրաբխային կոմպլեքսն է: Ներկայիս Հայաստանի տարածքում և նրա սահմաններից դուրս տվյալ աղբյուրի օբսիդիանի լայն տարածման մասին վկայում են մի շարք հեղինակների կողմից իրականացված անալիզների արդյունքները: Տվյալ աշխատանքում կդիտարկվեն նեոլիթից մինչև ուշ բրոնզե դարաշրջանը ընդգրկող տարբեր ժամանակաշրջանային էտապներին և մշակույթներին վերագրվող՝ Ակնաշեն, Ագարակ, Կառնուտ, Սպիտակ, Կամարիս, Թեղուտ, Գեղարտ և Արագածի բերդ հուշարձաններից շարժական ռեկոնստրուկցիայի մեթոդով կատարված փաստագրված օբսիդիանի նմուշների ուսումնասիրության արդյունքները: Այս տվյալները համեմատելով և նույնականացնելով երկրաբանական անալիտիկ բազայում ընդգրկված նմուշների հետ հնարավորություն կստեղծվի հասկանալ նրանց ծագումնաբանությունը: Արդյունքում կորոշվեն վերոհիշյալ բնակատեղիների օբսիդիանի ուտիլիզացման մոդելները, նրանցից մի քանիսը կդիտարկվեն նաև ժամանակագրական համատեքստում, ինչը թույլ կտա առավել մանրամասն պատկերացում կազմել Գութանասարի մասին՝ որպես օբսիդիանի աղբյուր և ուսումնասիրել նրա հումքի օգտագործման աստիճանը և տարածումը:

Ներածություն

Հայաստանի ներկայիս տարածքը հագեցած է տարբեր տեսակի բնական ռեսուրսներով, որոնցից շատերի աղբյուրները, չնայած բարդ երկրաբանական կառուցվածքին, բավականին հասանելի են: Այս փաստը ենթադրում է տարբեր ժամանակներում նաև օբսիդիանի աղբյուրների շահագործում, որոնք էլ գոյատևման ողջ ընթացքում ապահովել են նախապատմական դարաշրջանների բնակչության քարե ինդուստրիայի նյութական բազան:

Խոսելով օբսիդիանի մասին՝ առաջին հերթին հարկավոր է հասկանալ նրա առաջացման պայմանները և տեղաբաշխումը տարածաշրջանում: Արաբական սալի և Եվրասիայի կոլլիզիայի արդյունքում, որը տեղի է ունեցել մոտ 25մլն. տարի առաջ (McQuarrie and van Hinsbergen, 2013), ձևավորվել է Հայկական լեռնաշխարհի օրոգեն

բարձր պլաստոն, որտեղ տեղի են ունեցել ակտիվ տեկտոնական պրոցեսներ և հրախականություն: Այս հրաբխային ակտերի մեջ առանձին տեղ է զբաղում թթու, ռիոլիտային կազմի հրաբխականությունը, որի հետ կապված են օբսիդիանի կուտակումները: Միայն Հայաստանի ներկայիս տարածքը ներկայացված է ավելի քան 500 հրաբխային կոներով որոնցից 20-ը թթու գմբեթներ են և ունեն օբսիդիանի մերկացումներ, ըստ որոնց ՀՀ տարածքը համարվում է օբսիդիանով ամենահարուստ շրջաններից մեկը աշխարհում:

Հայաստանի տարածքին են վերագրվում ռիոլիտային հրաբխականության հիմնական 3 ֆազաներ 17-11, 5.4-3.5 և 2.7-0.1 մլն տարի վաղեմությամբ (Мкртчян (ред.), 1966, 1971, Карапетян, 1972; Karapetian et al., 2001, 2010): Ամենաերիտասարդ՝ երրորդ ֆազային են վերագրվում օբսիդիանի գրեթե բոլոր խոշոր ելքերը, որոնց շարքին են դասվում այնպիսի հզոր հրաբխային կոմպլեքսներ, ինչպիսիք են Արտենին, Հատիսը, Գուրանասարը: Բացառություն են կազմում միայն Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի օբսիդիանները, որոնք տարածաշրջանում ամենահինն են և ըստ տրեկերի թվագրման մեթոդի թվագրվում են 4,56(±0.20)մլն տարի: Հայաստանի մնացած բոլոր աղբյուրների թվագրությունը ներկայացված է հետևյալ աշխատություններում՝ (Komarov et al., 1972; Badalyan et al., 2001թ):

Չնայած տարածաշրջանում մի շարք այլ աղբյուրների առկայության՝ հնում հենց վերոհիշյալ կոմպլեքսների հումքն է ապահովել տեղի բնակատեղիների քարե ինդուստրիայի հումքի գերակշռող մասը (Badalyan, 2010):

Անցնելով ուսումնասիրության հիմնական առարկա Գուրանասարի կոմպլեքսի օբսիդիանին՝ նախ պետք է նշել, որ տվյալ կոմպլեքսի օբսիդիանը արդեն իսկ բավական լավ ուսումնասիրված է: Այդ ուսումնասիրությունների համար օգտագործվել են տարբեր անալիտիկ մեթոդներ և նրանց համալիրներ, որոնց օգնությամբ ուսումնասիրվել են կոմպլեքսից հավաքված մեծ քանակությամբ երկրաբանական նմուշներ՝ (աղյուսակ 1) (Blackman et al., 1998; Oddone et al., 2000; Keller et al., 1994; Keller, Seifeld, 1990; Karapetian et al., 2001; Boulanger, 2012; Chataigner, Gratuze, 2013; Lebedev et al., 2013):

Ինչ վերաբերում է Գուրանասարին՝ որպես օբսիդիանի հումքի աղբյուր, ապա Հայաստանի տարածքում տարբեր ժամանակաշրջաններին և մշակույթներին վերագրվող բազմաթիվ հուշարձաններից արդեն իսկ հայտնաբերվել են տվյալ կոմպլեքսի հումքի հետ ծագումնաբանորեն կապված բազմաթիվ հնագիտական գտածոներ: Սա փաստում է Գուրանասարի՝ որպես օբսիդիանի աղբյուրի, բավականին ինտենսիվ շահագործումը և նրա հումքի լայն տարածումը (Frahm et al., 2014):

Գութանասարի կոմպլեքսի նախկին ուսումնասիրման արդյունքները

Գութանասար	Oddone et al., 2000	1	նեյտրոնային ակտիվացում
	Keller et al., 1994	7	ռենտ. ֆլյու./նեյտրոն ակտ.
	Keller, Scifild, 1990	3	ռենտգենային ֆլյուորեսցենցիա
	Boulanger, 2012	1	նեյտրոնային ակտիվացում
	Karapetian et al., 2001	2	ռենտ. ֆլյու./նեյտրոն ակտ.
	Blackman et al., 1998	28	նեյտրոնային ակտիվացում
	Lebedev et al. 2013	3	ռենտգենային ֆլյուորեսցենցիա
Ալափարս	Oddone et al., 2000	5	նեյտրոնային ակտիվացում
	Chataigner, Gratuze, 2013	1	LA-ICP-MS
Ֆոնտան	Chataigner, Gratuze, 2013	1	LA-ICP-MS
Զրաբեր	Oddone et al., 2000	5	նեյտրոնային ակտիվացում
	Chataigner, Gratuze, 2013	3	LA-ICP-MS

ՀՀ ԳԱԱ Հնագիտության և Ազգագրության ինստիտուտում ներկայումս իրականացվող «Հայաստանի Կուր-Արաքսյան հուշարձանների օբսիդիանի աղբյուրներն ըստ ռենտգենային ֆլյուորեսցենցիայի (pXRF) մեթոդի» թեմայով ատենախոսական աշխատանքի շրջանակներում Brucker Tracer III SD մոդելի շարժական սպեկտրոմետրով կատարվել են օբսիդիանի բազմաթիվ նմուշների անալիզներ: Անալիտիկ ուսումնասիրության շրջանակներում նույնպես հայտնաբերվել էին ծագումնաբանորեն Գութանասարի հումքին կապված բազմաթիվ նմուշներ: Այսպիսով՝ տվյալ աշխատանքում կդիտարկվեն տարբեր ժամանակաշրջաններին և մշակույթներին վերագրվող հուշարձաններից պեղված հնագիտական գտածոների անալիտիկ արդյունքներ: Եվս 8 հուշարձանների տարբեր ժամանակագրական կոնտեքստներից ստացված տվյալները լրացնում են նախկինում կատարված աշխատանքների արդյունքները: Այս տվյալները համադրելով նախկին արդյունքների հետ և ընդհանուր համատեքստում դիտարկելով, հնարավորություն կստեղծվի առավել մանրամասն հասկանալ Գութանասարի կոմպլեքսի օբսիդիանի դերը տվյալ բնակատեղիների քարե ինդուստրիայում և հումքի տարածումը:

Գութանասարի հրաբխային կոմպլեքսի նկարագրությունը

Գութանասարի հրաբխային կոմպլեքսի բնութագիրն առավել մանրամասն ներկայացված է հետևյալ աշխատանքներում՝ (Карпетян,

1972; Мкртчян, (ред.) 1966; 1971): Ստորև տվյալ աշխատանքների հիման վրա կներկայացվի նրա համառոտ տարբերակը.

Գութանասարը տեղադրված է Գեղամա լեռնային բարձրավանդակում՝ Կոտայքի սարավանդի հյուսիսային եզրին : Հրաբխային կոմպլեքսի աշխարհագրական կոորդինատներն են՝ հյուսիսային լայնության $44^{\circ} 41'$ և արևելյան երկայնության $40^{\circ} 22'$: Ընդհանուր 70կմ² մակերես զբաղեցնող այս կառույցը իրենից ներկայացնում է էքստրուզիվ գմբեթաձև հսկայական մարմին և ձևաբանորեն ունի բավականին բարդ կառուցվածք: Այն ձվաձև, շուրջ 3կմ հիմքով և 600մ տրամագիծ ունեցող խառնարանով հարբխածին կոն է: Հրաբխի հոսքերը ձգվում են դեպի արևմուտք և հարավ-արևմուտք 6-7կմ՝ հասնելով մինչև Նուռնուս, Կարենիս, Ալափարս, Ֆանտան և Ջրաբեր գյուղերը, որտեղ առաջացնում են ևս մի քանի համեմատաբար փոքր ինքնուրույն գմբեթներ:

Համաձայն (Karapetyan et al., 2001) տվյալների հրաբխային ակտիվությունը այստեղ և կ զբուսում արտահայտվել է ռիոլիտային պիրոկլաստիկ հոսքերով, որոնք ուղեկցվել են օբսիդիանի և շարունակվել բավականին հզոր ռիոլիտային և դացիտային կազմի լավային հոսքերով: Միջին պլեյստոցենում հրաբուխը պատռվել է տրախիբազալտային և անդեզիտային կազմի լավային հոսքերով, ինչի արդյունքում էլ առաջացել է Գութանասարի խառնարանը: Օբսիդիանը այստեղ հիմնականում ի հայտ է գալիս դայկանների տեսքով, որոնք գտնվում են պեռլիտային հոսքերում: Հոսքերի ապարային ողջ սպեկտրը երևում է Հրազդանի կիրճում՝ Կարենիս և Նուռնուս գյուղերի միջև, որտեղ մերկանում են անդեզիտա-բազալտային լավաները, իսկ նրանց վերադրում է լիպարիտների և օբսիդիանի հոսքը: Ինչ վերաբերում է ժամանակագրությանը, ապա նրանք ուսումնասիրվել են թվագրման տրեկերի մեթոդով մոտ 0.31մլն տարի [Կոմարով, 1972; Badalyan et al., 2001]:

Գութանասարը՝ որպես օբսիդիանի աղբյուր, չնայած նրա բարձրությանը՝ հասանելի է, քանի որ նրա օբսիդիանի հոսքերի բնական ելքերը մերկանում են 1500-1800մ բարձրության վրա, ինչն այս կոմպլեքսը դարձնում է տարածաշրջանում կարևորագույններից մեկը: Տարածքի կլիմայական պայմանների մասին կարելի է նշել, որ Գութանասարը դեկտեմբերից մինչև ապրիլ ծածկված է լինում 25-50սմ ձյան շերտով: Օբսիդիանի կուտակումները բավականին առատ են, իսկ հումքի որակը բարձր: Տեղանքում հումքը ներկայացված է բազում երանգներով՝ անթափանց սևից և մոխրագույնից մինչև շագանակագույն, ինչպես նաև բժավոր սև և կարմիր (Karapetyan, 1972):

Այժմ ներկայացնենք երկրաբանական տվյալներ Գութանասարի խմբի մյուս գմբեթների մասին, որոնք նույնպես ներկայացված են օբսիդիանով և համարվում են պոտենցիալ հումքի աղբյուրներ:

Ֆանտան: Այս փոքրիկ կառույցը տեղադրված է համանուն գյուղից 1.5կմ դեպի հյուսիս: Ֆանտանը ձևաբանորեն 70մ բարձրությամբ և 30-35մ տրամագծով գմբեթաձև, անհամաչափ կոն է, որը միանում է Գութանասարի պեռլիտային հոսքին: Գմբեթի հիմքը կիսակլոր է և ամ-

բողջովին ներկայացված լիպարիտներով և տեղ-տեղ օբսիդիանի ելքերով: Այսպիսով՝ Ֆանտանի ձևաբանությունից ելնելով՝ կարելի է ասել, որ այն փոքրիկ ինքնուրույն հարբխային կենտրոն է: Ըստ թվագրության՝ Ֆանտանը և մյուս բոլոր ենթադրյալները համաժամանակյա են Գութանասարին:

Ալափարս: Գտնվում է Ֆանտանից 2.3կմ դեպի հյուսիս՝ Ալափարս գյուղից դեպի արևելք: Իրենից ներկայացնում է 2կմ տրամագծով և 150-160մ բարձրությամբ գմբեթանման հրաբխային կոն: Ձևաբանորեն Ալափարսը բաժանվում է գագաթային գմբեթի և վահանաձև հիմքի: Նրա ողջ գմբեթը պատված է պեռլիտներով, իսկ գագաթին մերկանում են շրջանաձև տեսք ունեցող մնացորդային չորրորդական հասակի անդեզիտա-բազալտային հոսքեր: Հոսքերը այստեղ, ինչպես և Գութանասարում, պեռլիտային կազմի են: Օբսիդիանը հանդիպում է ապակենման թափանցիկ և խամրած մարմիններով: Առաջին տարատեսակը հանդիպում է շերտային ինտրուզիաներով, իսկ երկրորդը գտնվում է պեռլիտային հոսքերի եզրային մասերում:

Կարենիս (Գյումուշ): Տվյալ գմբեթը տեղադրված է ներկայիս Կարենիս (նախկինում Գյումուշ) գյուղից 0.5կմ հեռավորության վրա՝ Հրազդանի կիրճի ձախ մասում: Կարենիսը գմբեթաձև 0.7կմ հիմքի մակերես ունեցող կառույց է, որի գագաթը բարձր է Հրազդան գետից 300-315մ: Հյուսիսային և արևմտյան կողմերից այն պատված է դոլերիտային բազալտներով, իսկ արևելքից և հարավից՝ պեռլիտներով և պեմզաներով, որտեղ նկատվում են նաև լիպարիտներ և օբսիդիաններ: Ռիոլիտային հոսքը ներկայացված է սև օբսիդիանով, որն այնուհետև անցնում է մոխրագույն և կարմիր երանգների գմբեթի մոտ ավարտվելով պեռլիտներով և պեմզաներով:

Ջրաբեր: Գութանասարի լավային հոսքերը հասնում են նաև Ջրաբեր գյուղի մոտակայքը: Այստեղ նրանք արտահայտված են մեծամասամբ պեռլիտներով և պեմզաներով, հոսքի ներքևի մասերում առաջացնում են օբսիդիանի մարմիններ: Ջրաբերում օբսիդիանային մարմինները ձևաբանորեն առկա են ոսպնյակների և դայկային մարմինների տեսքով:

Գութանասարի օբսիդիանի երկրաքիմիական կազմի առանձնահատկությունները

Խոսելով տվյալ կոմպլեքսի հումքի քիմիական կազմի առանձնահատկությունների մասին՝ պետք է ասել, որ համաձայն բոլոր նախորդ ուսումնասիրողների՝ կոմպլեքսի կազմի մեջ ներառված աղբյուրների հումքը գրեթե միասեռ է, նմուշները կազմում են մեկ համասեռ խումբ: Համաձայն նեյտրոնային ակտիվացման մեթոդով ստացված արդյունքների ենթադրյալներից միայն Ալափարսի նմուշները մի փոքր տարբերվում են կոմպլեքսի մյուս ելքերի հումքից, սակայն նույնիսկ դա թույլ չի տալիս փաստել հնագիտական գտածոյի պատկանելիությունը Ալափարսին, այլ ոչ կոմպլեքսի մյուս ելքերին (Badalyan et al., 2004):

Միևնույն ժամանակ հետևյալ աշխատանքում (Frahm et al. 2014) նշվում է, որ այս գմբեթների հոմոգեն հումքը հնարավոր է տարբերել իր մագնիսական հատկությունների շնորհիվ: Գութանասարի օբսիդիանը հեշտությամբ տարբերվում է Հայաստանի մնացած բոլորից առաջին հերթին իր բարիումի և ցիրկոնիումի բարձր պարունակությամբ: Ինչ վերաբերում է մեր կողմից շարժական ռենտգենային ֆլյուորեսցենցիայի մեթոդով ստացված անալիտիկ արդյունքներին, ապա կարելի է ասել, որ ողջ հրաբխային կոմպլեքսի հումքը միասեռ է և դժվար է առանձնացնել ուսումնասիրված հոսքերից որևէ մեկը:

Գութանասարի հրաբխային կոմպլեքսի հումքի տարածումը նեոլիթ-ուշ բրոնզի դարում

Մույն աշխատանքում բերված են օբսիդիանի լիովին նոր անալիտիկ տվյալներ ներկայիս ՀՀ-ի տարբեր շրջանների հետևյալ հնագիտական հուշարձաններից՝ Ակնաշեն, Ագարակ, Կառնուտ, Սպիտակ, Կամարիս, Թեղուտ, Գեղարոտ և Արագածի բերդ: Ընդ որում բոլոր վերոհիշյալ հուշարձանների նյութը բացառությամբ Ակնաշենի, անալիզի է ենթարկվել առաջին անգամ, իսկ Ակնաշենի օբսիդիանի ինդուստրիան ուսումնասիրվել է (Badalyan, 2010) աշխատության շրջանակներում, սակայն տվյալ մեթոդով այն նույնպես առաջին անգամ է ուսումնասիրվում, ինչը թույլ կտա ճշգրտել տվյալ հնավայրի օբսիդիանի ուտիլիզացման մոդելը:

Ինչպես արդեն նշվեց, տարբեր ժամանակաշրջաններին և մշակույթներին վերագրվող բազմաթիվ հուշարձաններից արդեն իսկ հայտնաբերվել են Գութանասարի հետ ծագումնաբանորեն կապված հնագիտական գտածոներ, ինչը խոսում է նրա՝ որպես օբսիդիանի աղբյուրի ինտենսիվ օգտագործման մասին:

Դրա վառ օրինակներից են նախկինում իրականացված հետևյալ աշխատանքները.

Նախ (Blackman et al., 1998) աշխատության շրջանակներում նեյտրոնային ակտիվացման մեթոդով ուսումնասիրվեցին օբսիդիանի Կովկասյան գրեթե բոլոր կարևորագույն աղբյուրները, որոնց թվում էին նաև 33 երկրաբանական նմուշներ Գութանասարի կոմպլեքսից: Միևնույն աշխատանքի շրջանակներում այս նմուշների հետ նույնակա-նացվեց Հայաստանի, Ադրբեջանի և Վրաստանի ուսումնասիրվող մի շարք հուշարձաններից հայտնաբերված 576 հնագիտական նմուշներից 57-ը, ինչը կազմում է մոտ 10%: Արարատյան դաշտավայրի նեոլիթյան հուշարձանների համար Գութանասարը ապահովել է հումքի 9.5-21%-ը՝ կախված դիտարկվող հուշարձանից (Badalyan, 2010): Մեկ այլ վառ օրինակ կարող է ծառայել Ք. Շատենյեի և Բ. Գրատուզի աշխատանքը, որտեղ Հայաստանի տարբեր շրջաններում գտնվող վերին պալեոլիթից մինչև ուշ բրոնզի ժամանակաշրջաններին վերագրվող մի շարք հուշարձաններից ուսումնասիրված 129 նմուշներից 22-ը վերագրվել են հենց տվյալ կոմպլեքսին, ինչը կազմում է մոտ 17% (Chataigner,

Gratuze, 2013): Բացի այդ, նշանակալի է այն փաստը, որ տվյալ հրաբխային կոմպլեքսի հումքը, չնայած բավականին ինտենսիվ լոկալ տարածմանը շրջանառվել է նաև ավելի հեռավոր շրջաններում ընդհուպ մինչև 1500կմ իր ծագման վայրից (Badalyan et al., 2004): Դրա մասին է վկայում Գութանասարի հումքի առկայությունը Զագրոսի շրջանում և մասնավորապես Իրանում գտնվող Թալ-ի Մալյան հուշարձանում (Blackman et al., 1984):

Այս և մյուս աշխատանքները փաստում են Գութանասարի հումքի ոչ միայն լոկալ, այլև բավականին տպավորիչ տարածումը նույնիսկ մինչև 1500կմ հեռավորության վրա:

Անալիտիկ ուսումնասիրություններ

Օբսիդիանի անալիտիկ ուսումնասիրություն իրականացնելու համար ներկայումս ամբողջ աշխարհում լայնորեն կիրառվում են նախկինում օգտագործվող օպտիկական սպեկտրոսկոպիկ մեթոդին (Renfrew et al., 1968) փոխարինման եկած ավելի ժամանակակից մի շարք անալիտիկ մեթոդներ: Դրանք են նեյտրոնային ակտիվացման (INNA), ռենտգենային ֆյուորեսցենցիայի (XRF) մեթոդները և պլազմային սպեկտրոչափական անալիզը (LA-ICP-MS): Սակայն վերջերս, օգտագործվում է նաև վերոհիշյալ ռենտգենային ֆյուորեսցենցիայի մեթոդի ավելի պրակտիկ շարժական տեսակը (pXRF), որն էլ հենց կիրառվել է տվյալ աշխատության շրջանակներում: Աշխատանքում նմուշները ուսումնասիրելու համար օգտագործվել է շարժական Brucker Tracer III SD մոդելի սպեկտրոմետրը: Մյուս լաբորատոր մեթոդների նկատմամբ այս մեթոդի առավելություններն են՝ սարքի շարժունակությունը ինչը թույլ է տալիս օգտագործել այն անմիջապես դաշտային պայմաններում, անալիզի արագ ընթացքը, ինչպես նաև ֆինանսական առումով մատչելիությունը: Այն դեպքում, երբ վերոհիշյալ մեթոդները բավականին թանկարժեք են և լաբորատոր պայմաններում մեկ անալիզի գինը կարող է հասնել ընդհուպ մինչև 70 ԱՄՆ դոլարի տվյալ մեթոդը շատ ավելի հասանելի է չնայած, որ անալիտիկ ճշտությամբ զիջում է լաբորատոր տարատեսակներին:

Վերոհիշյալ մեթոդով անալիզի էին ենթարկվել Հայաստանի 20 և Վրաստանի 1 օբսիդիանի աղբյուրների նմուշներ, ինչի արդյունքում ձևավորվեց երկրաբանական նմուշների անալիտիկ բազա: Սրանց թվում էին նաև նմուշներ դիտարկվող հրաբխային կոմպլեքսից՝ Գութանասարի հոսք-5, Ջրաբեր-4, Ֆանտան-2, իսկ Կարենիսից՝ 1 նմուշ (Ջուհարյան, 2017):

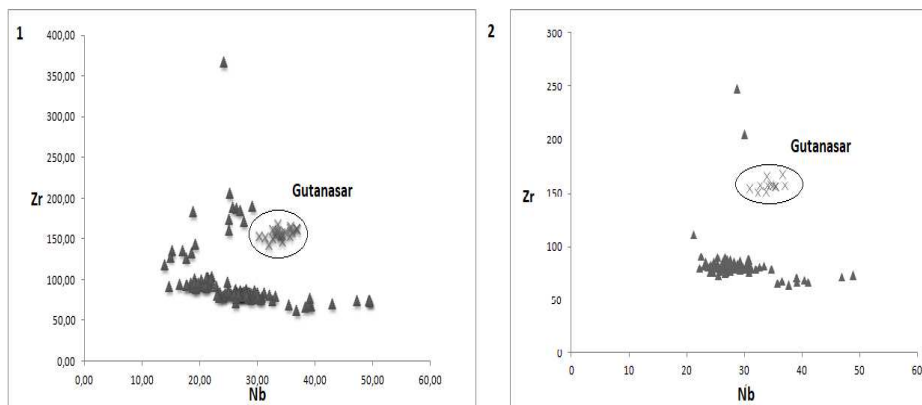
Ինչպես նշվեց աշխատանքի շրջանակներում իրականացվել են մի շարք տարբեր հնավայրերից հայտնաբերված հնագիտական գտածոների անալիտիկ արդյունքներ, որոնց շարքում Գութանասարի հրաբխային կոմպլեքսին վերագրվող նույնականացված նմուշների բաշխումն էլ մենք այժմ կդիտարկենք:

Ընդհանուր առմամբ, ուսումնասիրվող 10 տարբեր մշակույթներին և ժամանակագրական էտապներին պատկանող հուշարձանների կոնտեքստներից հայտնաբերվել և նույնականացվել են Գութանասարի կոմպլեքսի հետ ծագումնաբանորեն կապված հետևյալ քանակությամբ նմուշներ (նկ.1, 2, 3): Անալիզների արդյունքները թվային արժեքների տեսքով բերված չեն հողվածի սահմանափակ ծավալի պատճառներից ելնելով:

1.Ակնաշեն (նեոլիթ): Նեոլիթյան միակ հնավայրը, որտեղից իրականացվել են անալիզներ, Արարատյան դաշտավայրում՝ Քասախ գետի ստորին հոսանքում գտնվող Ակնաշենն է (Badalyan et al., 2010): Ընդհանուր քանակով 118 նմուշներից Գութանասարին վերագրվել է 12 գտածո (10.15%): Այս տվյալները լրացնում և վերահաստատում են նախկին ուսումնասիրության արդյունքները:

2.Ագարակ (վաղ բրոնզ): Հնավայրը գտնվում է Շամիրամի սարահարթի արևելյան մասի և Արարատյան դաշտավայրի միջև գտնվող տարածքում (Թումանյան, 2012): Հուշարձանից անալիզի են ենթարկվել ընդհանուր քանակությամբ 130 նմուշներ, որոնցից 21-ը վերագրվել են Գութանասարի կոմպլեքսին, ինչ կազմում է մոտ 16.15%-ը:

3. Կառնուտ (վաղ բրոնզ): Շիրակի մարզի Կառնուտ գյուղի հարևանությամբ գտնվող համանուն հուշարձանից անալիզի համար ընտրվել էին 31 գտածոներ, որոնցից միայն մեկը նույնականացվել է որպես Գութանասարի հումք. Ինչը կազմում է ընդհանուր նմուշների 3.22%-ը:



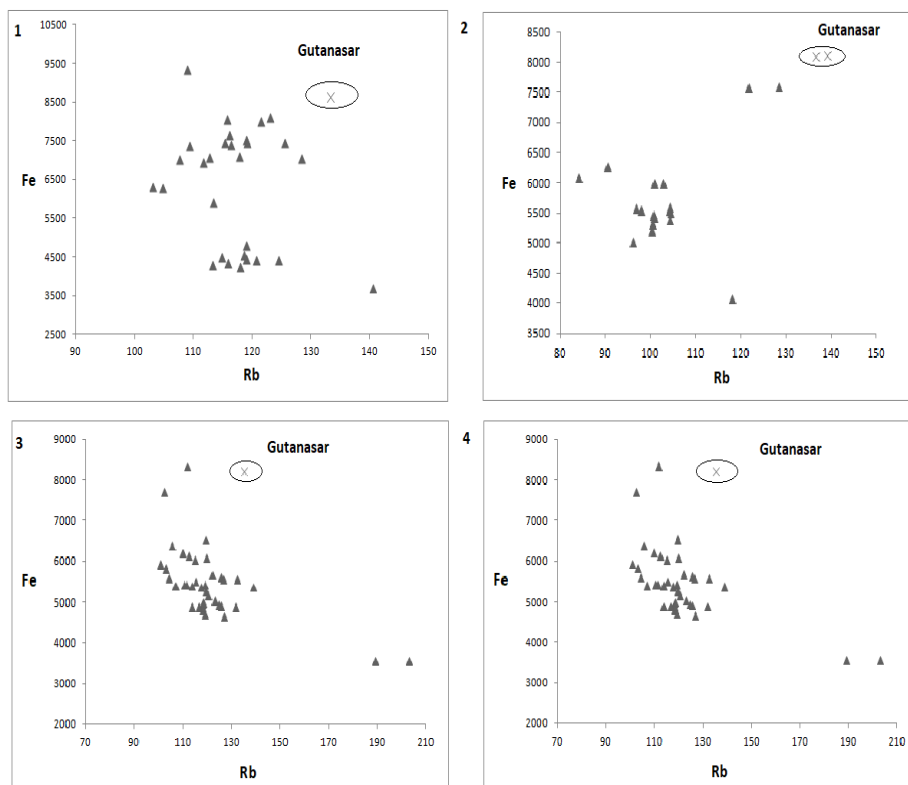
Նկ.1 Ագարակ-1, Ակնաշեն-2 ըստ Zr/Nb հարաբերակցության

4.Սպիտակ (վաղ բրոնզ): Տվյալ բնակատեղիից ուսումնասիրված օբյեկտների 20 նմուշների անալիտիկ արդյունքների համաձայն՝ ուտիլիզացման մոդելի 10%-ը (2 նմուշ) բաժին է ընկնում հենց Գութանասարի կոմպլեքսին:

5.Կամարիս (վաղ բրոնզ): Այս հնավայրում նույնպես հայտնաբերվել է հումք՝ ծագումնաբանորեն կապված Գութանասարի հետ: Համապատասխան մշակութային շերտից պեղված նյութից անալիզի համար

ընտրվել էին 21 նմուշներ: Անալիտիկ արդյունքների համաձայն՝ միայն մեկ գտածո է վերագրվել վերոհիշյալ աղբյուրին, ինչը կազմում է ընդամենը 4.75 %:

6. Թեղուտ (վաղ բրոնզ): Լոռու մարզի Թեղուտ գյուղի մոտակայքում գտնվող երկու հարևան՝ Խարատանոց և Չորի Գեղ բնակատեղիներից ուսումնասիրման համար առկա են 20-ական օբյեկտներ գտածոներ, որոնցից, սակայն, միայն մեկը (2.5%) նույնականացվել է որպես Գութանասարի հումք:

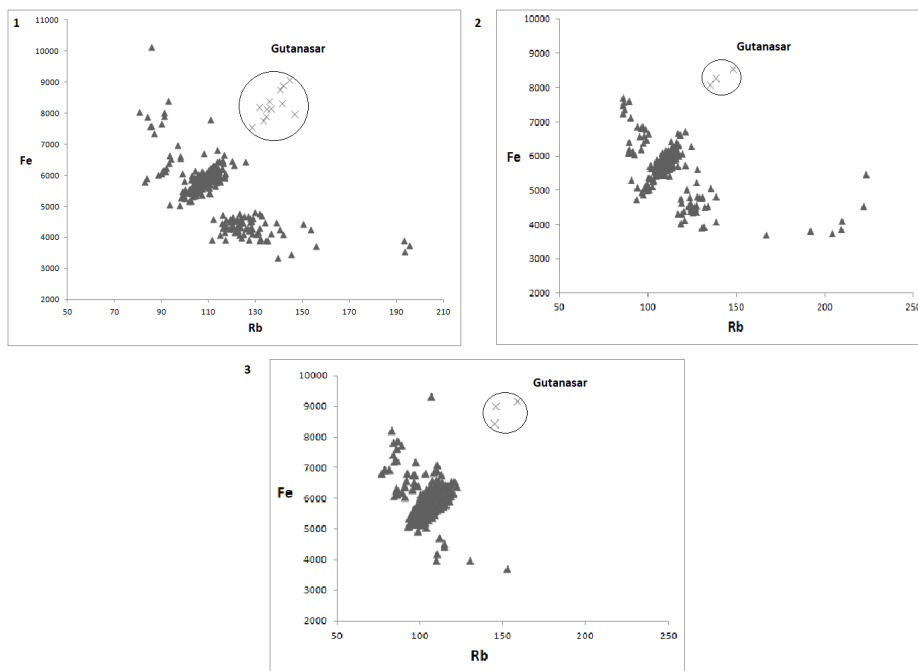


Նկ.2 Կառնուտ-1, Սպիտակ-2, Թեղուտ-3, Կամարիս-4, ըստ Fe/Rb հարաբերակցության

7. Գեղարտոտ (վաղ, ուշ բրոնզ): Ծաղկահովիտի դաշտավայրի արևմտյան մասում՝ Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերին գտվում է Արագածոտնի մարզի Գեղարտոտ գյուղը և նրա համանուն հուշարձանը (Badalyan et al., 2008, 2013): Գեղարտոտի դեպքում ուսումնասիրվել են և՛ վաղ և՛ ուշ բրոնզեդարյան համապատասխանաբար 308 և 243 հնագիտական նմուշներ: Այստեղ ևս, չնայած ոչ մեծ քանակին, առկա է հումք Գութանասարից, որը կազմում է մոտ 3.25% (վաղ բրոնզ) և 1.25% (ուշ բրոնզ): Գեղարտոտի վաղ և ուշ բրոնզեդարյան բնակատեղիների միջև առկա է առավել քան զգալի ժամանակագրա-

կան տարբերություն: Սրանք համապատասխանաբար թվագրվում են մ.թ.ա. 3350-2900թթ. և 1500-1150թթ: Երկու կոնտեքստներում էլ Գութանասարի օբսիդիանի առկայությունը խոսում է տվյալ աղբյուր հումքի թեև փոքր չափաբաժնով, սակայն անփոփոխ կիրառման մասին:

8. Արագածի բերդ (ուշ բրոնզ): Գեղարոտի հարևանությամբ տեղադրված և նրա ուշ բրոնզեդարյան փուլին համաժամանակյա այս հնավայրից անալիզի համար առկա են եղել 405 նմուշներ, որոնցից միայն 3-ը (0.75%) պատկանում են Գութանասարի կոմպլեքսին (Badalyan, Avetisyan, 2007):



Նկ. 3 Գեղարոտ (վաղ բրոնզ)-1, Գեղարոտ (ուշ բրոնզ)-2, Արագածի բերդ (ուշ բրոնզ)-3, ըստ Fe/Rb հարաբերակցության

Եզրակացություններ

Այսպիսով՝ գութանասարի օբսիդիանի համար ռենտգենային ֆլյուորեսցենցիա մեթոդով ստացված անալիտիկ արդյունքների հիման վրա որոշված առանձնահատկություններից ելնելով կարելի է ասել, որ ՀՀ-ի տարածքի մյուս օբսիդիաններից այն տարբերվում է առաջին հերթին Zr, Fe բարձր պարունակություններով: Այս փաստը թույլ է տալիս օգտագործել տվյալ տարրերի արժեքների հարաբերակցությունը Գութանասարի օբսիդիանի առանձնացման և նույնականացման համար:

Գութանասարի հումքը հայտնաբերված է ուսումնասիրվող 10 բնակատեղիներից 8-ում, ինչը, անկասկած, ևս մեկ անգամ խոսում է

օբսիդիանի այս աղբյուրի ինտենսիվ օգտագործման և զգալի պահանջարկի մասին: Գութանասարի օբսիդիանի կարևոր աղբյուր լինելու մասին խոսում է նաև նրա հումքի հաստատուն և տևական օգտագործումը դիտարկված բոլոր երեք ժամանակագրական համատեքստերում՝ նեոլիթում, վաղ և ուշ բրոնզե դարաշրջաններում, բացարձակ տարբեր մշակույթների կրողների կողմից: Չնայած ուսումնասիրած հուշարձանների շարքում առկա չէ և ոչ մեկը, որտեղ Գութանասարի օբսիդիանը կկազմի բացարձակ մեծամասնություն, սակայն կոմպլեքսի հումքը, համեմատաբար փոքր չափաբաժնով, տեղ է գտնում գրեթե բոլոր ուսումնասիրվող բնակատեղիների ուտիլիզացման մոդելներում: Դրանց թվում են ոչ միայն հարակցող բնակավայրերը, այլև աղբյուրից զգալի հեռավորության վրա տեղադրվածները: Նրանից ամենաինտենսիվ գործածությունն այն գտել է բավականին մոտ գտնվող հուշարձաններում: Դրանք են՝ վաղ բրոնզեդարյան Ագարակ հնավայրը, որտեղ տվյալ հրաբխային կոմպլեքսի օբսիդիանի չափաբաժինը կազմում է ավելի քան 16% և նեոլիթյան Ակնաշեն հուշարձանը, որի համար Գութանասարն ապահովել է հումքի ավելի քան 10%-ը:

Գրականություն

- Թումանյան Գ.Ս.**, Ագարակ I Վաղ Բրոնզեդարյան բնակավայրը (2001-2008թթ.), ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն, Երևան, 2012:
- Карапетян С. Г.** Особенности строения и состава новейших липаритовых вулканов Армянской ССР, Издательство АН Армянской ССР, Ереван, 1972.
- Мкртчян С.С. (ред.)** Геология Армянской ССР Том VII Неметаллические полезные ископаемые, Издательство АН Армянской ССР, Ереван, 1966.
- Мкртчян С.С. (ред.)** Позднеорогенный кислый вулканизм Армянской ССР, Издательство АН Армянской ССР, Ереван, 1971.
- Badalyan R.S.** Obsidian in the Southern Caucasus The use of raw materials in the Neolithic to Early Iron Ages Beitrage des Internationalen Symposiums in Berlin v.1-3 Juni 2010, p.27-38.
- Badalyan R.S.** Obsidian in the Southern Caucasus: The use of raw materials in the Neolithic to Early Iron Ages, Von Majkop bis Trialeti. Gewinnung und Verbreitung von Metallen und Obsidian in Kaukasien im 4. – 2. Jt. v. Chr. Bonn. Rudolf Habelt GmbH, 2010. p.1-14.
- Badalyan R.S., Chataigner C., Khol L.** Trans-Caucasian Obsidian: The Exploitation of the Sources and their distribution, Ancient near eastern studies 12, 2004, p.437-465.
- Badalyan R.S., Avetisyan P.**, Bronze and Early Iron Age Archaeological Sites in Armenia, BAR International Series 1697, Oxford 2007.
- Badalyan R.S., Harutyunyan A., Chataigner C., Le Mort F., Chabot J., Brochier J.E., Balasescu A., Radu V., Hovsepyan R.**, The Settlement of Aknashen-Khatunarkh, A Neolithic site in the Ararat plain (Armenia): Excavation results 2004-2009, Tuba-Ar 13, 2010.
- Badalyan R.S., Smith A., Lindsay I., Harutyunyan A., Greene A., Marshall M., Monahan B., Hovsepan R.** A preliminary report on the 2008, 2010, and 2011 investigations of Project ArAGATS on the Tsaghkahovit Plain, Republic of Armenia, AMIT Band 45, 2013.
- Badalyan R.S., Smith A., Lindsay I., Khachadourian L., Avetisyan P.** Village, fortress, and town in Bronze and Iron Age Southern Caucasia: A preliminary report on the 2003-2006 investigations of Project ArAGATS on the Tsaghkahovit Plain, Republic of Armenia, Archaeologische mitteleuropäische und turanica Separatum, Band 40, 2008, p.45-105.
- Blackman J.M.** Provenance Studies of Middle Eastern obsidian from sites in Highland Iran, Archaeological Chemistry III, Washington DC, 1984, p.19-50.

- Blackman J., Badalian R., Kikodze Z., Kohl P.**, Chemical characterization of Caucasian obsidian: geological sources. – L'obsidienne au Proche et Moyen Orient: du volcan à l'outil. BAR 738, 1998, p.205 – 231.
- Chataigner C., Gratuze B.** New data on the exploitation of obsidian in the southern caucasus (Armenia, Georgia) and Eastern Turkey, Part 2: Obsidian procurement from the Upper Paleolithic to the Late Bronze Age, University of Oxford, Archeometry (2013), p.1-22.
- Frahm. E, Shmidth B.A., Gasparyan B., Yeritsyan B., Karapetian S., Meliksteyan Kh., Adler D. S.** Ten seconds in the Field: Rapid Armenian obsidian sourcing with portable XRF to inform excavations and surveys, Journal of Archaeological Science 41 (2014), p.333-348.
- Karapetian S. G., Jrbashian R.T., Mnatsakanyan A.Kh.** Late collision rhyolitic volcanism in the north-eastern part of the Armenian Highland, Journal of volcanology and geothermal research 112 (2001), p.189-220.
- Karapetyan S.G., Jrbashian R.T., Mnatsakanyan A.Kh., Shirinian K.G.**, Obsidian sources in Armenia - The geological background, In: Hansen S., Hauptmann A., Motzenbecker I., Pernicka E. (Hrsg.). Von Majkop bis Trialeti. Gewinnung und Verbreitung von Metallen und Obsidian in Kaukasien im 4. – 2. Jt. v. Chr. Bonn. Rudolf Habelt GmbH, 2010, p.15 – 25.
- Keller J., Jrbashian R.T., Karapetian S.G., Pernicka E., Nasedkin V.**, Armenian and Caucasian obsidian occurrences as sources for the neolithic trade: Volcanological setting and chemical characteristics, The Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry, Ankara 9-14 May, 1994, p.69-86.
- Keller J., Seifried C.**, The present status of obsidian source identification in Anatolia and Near east, Journal of the European study GROUP on Physical, Chemical, Biological and Mathematical Techniques Applied to Archeology PACT 25, Freiburg, 1990, p.57-87.
- Komarov A.N., Skorvorodkin N.V. Karapetyan S.G.**, Determination of the age of natural glasses according to tracks of uranium fission fragments (in Russia). Geochimia(N6), 1972, p.693-698.
- Lebedev V.A., Chernyshev I.V., Shatagin K.N., Bubnov S.N., Yakushev A.I.**, The Quaternary volcanic rocks of Geghama Highland, Lesser Caucasus, Armenia: Geochronology, Isotope Sr-Nd Characteristics and Origin, Journal of volcanology and Seismology, 2013 v. 7 No 3, p.204.
- McQuarrie N., van Hinsbergen D.** Retrodeforming the Arabia-Eurasia collision zone: Age of collision versus magnitude of continental subduction. Geology 41, 2013, p.315-318.
- Odone M., Bigazzi G., Keheyan Y., Meloni S.** Characterisation of Armenian obsidians: Implications for raw material supply for prehistoric artifacts, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, v. 243, No 3(2000) Budapest, p.673-682.
- Renfrew C., Dixon J.E., Cann J.**, Further Analysis of Near Eastern obsidian, The prehistoric society v. 34,1968, p.319-331.

Գրախոսող՝ Խ.Մելիքսթեյան

ГУТАНАСАР КАК ИСТОЧНИК ОБСИДИАНА В ПЕРИОД НЕОЛИТА-БРОНЗОВОГО ВЕКА

А. К. Джугарян

Резюме

Обсидиан от палеолита до средневековья был широко востребован в качестве сырья для производства различных видов оружия, инструментов и других предметов. Большая часть материальной базы местных жителей обеспечивалась локальными крупными источниками обсидиана, одним из которых является вулканический комплекс Гутанасар. Об обширном распространении сырья этого источника на территории Армении и за ее пределами свидетельствуют многочисленные результаты анализов, проведен-

ные рядом авторов. В данной работе рассмотрены результаты исследований образцов обсидиана из памятников, принадлежащих разным культурам и хронологическим эпохам, полученные методом мобильной рентгеновой флуоресценции. Сравнивая эти данные с образцами, включенными в геоаналитическую базу данных и идентифицируя их, в работе более подробно показаны особенности использования и распространения обсидиана комплекса Гутанасар.

GUTANASAR AS OBSIDIAN SOURCE IN NEOLITHIC-BRONZE AGE

A.K. Juharyan

Abstract

Obsidian has been of strong demand as a raw material from the Paleolithic period until the Middle Ages for the production of various weapons, tools and other items. For the ancient people, the majority of the utilitary base was provided by local obsidian sources, one of which is the volcanic complex of Gutanasar. The widespread use of this source in the territory of Armenia and beyond testifies to a number of analytical results carried out by different authors. This paper examines the analytical results of obsidian samples excavated from settlements attributed to different chronological periods and cultures and obtained by the method of portable x-ray fluorescence. Comparing these data with the samples included in the geo-analytical database and identifying them, it will be possible to give a more detailed picture of the use and dissemination of Gutanasar obsidian.

**PRELIMINARY OVERVIEW ON GEOLOGY AND
PALEOSEISMOLOGY OF KARIN TAK CAVE
(REPUBLIC OF ARTSAKH)**

© 2018г. **A. Avagyan¹, L. Sahakyan¹, N. Aspaturyan²,
M. Antonosyan³, L. Yepiskoposyan³**

1. *Institute of Geological Sciences, Academy of Sciences of Armenia; M. Baghramyan ave. 24a,
0019 Yerevan, Armenia; avagn1064@gmail.com*

2. *Yerevan State University, 1, A. Manukyan St., 0025, Yerevan, Armenia, E-mail:
narek.aspaturyan@gmail.com*

3. *Institute of Molecular Biology, NAS RA, 7, Hasratyan St., 0014, Yerevan, Armenia*

The area of Artsakh, located in the Lesser Caucasus, is attractive for studying human evolution in its archeological and geoenvironmental context. Karin Tak cave, situated in Shushi region (Republic of Artsakh) is a regionally important Paleolithic site yielding viable genetic data, thus allowing the reconstruction of ancient biodiversity. The cave exploration started in 2011 and followed by preliminary surveys in 2014 and 2015 (Stafford, 2015), as well as large scale excavations in 2016 and 2017 (Antonosyan et al., 2017).

The site contains Late Pleistocene to Holocene sediments with hominid remains, stone tools, flora and fauna. The cave was inhabited by early humans at least since the Upper Paleolithic evidenced by the presence of obsidian stone tool found in 2015.

Geology. Karin Tak cave is located in the Alpine-Himalayan orogenic belt (in the part of the Eurasian margin) in the Lesser Caucasus Mountains. The widespread Mesozoic-Cenozoic volcanic, volcano-sedimentary and sedimentary deposition are controlled by Northern Neo-Tethys oceanic crust subduction under the active Eurasian continent.

The cave is situated in the right bank of Karkar river, where Middle, Upper Jurassic deposits (Callovian, Oxfordian) are exposed (Collective of authors, 1994). On the left bank of the river, Shushi block is presented by Middle Upper Jurassic Callovian, Oxfordian limestones of 40 m thicknesses. Limestones of Karin Tak cave have strike of about N125° and dip of NE 18°. The dipping of Middle Jurassic (Bathonian) sediments is more critical: the siltstones have strike of N138-142° and dip varies between 29-51° NE.

Tectonic. Tectonically the area is situated on the axial part of Eurasia-Arabian collision zone. Many tectonic episodes overlapped on this confined area of Artsakh, starting from subduction to collision and then undergoing advanced collision stages.

The influence of active faults is important in the ongoing geological processes of the area. The part of these faults is inherited from the collision

initial stage (Paleocene-Eocene time) with certain kinematic changes (e.g. Sosson et al., 2010; Avagyan et al., 2010).

Upper Jurassic limestones have various fracturing density in the cave. One of the cave halls is controlled by the fracture with orientation of N55°. Horizontal movements are possible along this fracture. A tectonic fault of almost the same direction is observed in the northern part of the cave entrance (N50° 80° SSE 11° E-NE S). The dip of the near-vertical fault plane is similar to that of aforementioned fracture. If the adjacent surfaces of the moving blocks are irregular, the movements along the faults may generate emptiness, which can afterwards trigger additional karst processes. Thus, the tectonic component of the cave development is evident.

Collapse. The Karin Tak cave is a very interesting site in terms of speleoseismology. The objective of its study is the earthquake recording in caves. There are several collapses, most probably of different origins, in Karin Tak cave.

On the Digital Globe 2013 satellite image the Upper Jurassic limestone surface, on the top of the cave on the plateau, is bare, whereas the vicinity area is covered with soil. It evidences about developed vertical fracture system and active suffusion and karst processes. Indeed, there are vertical emptiness and fractures in the cave. The largest one is located on the central part of the cave, above the central collapse. No karst development observed in this vertical emptiness, which is filled by breccias and some blocks cemented by carbonate material.

With upward development the pipe shape emptiness and fractures can be ended by surface sinkholes and collapse. The material of the collapse forms wedge-shaped cone. The coarse debris being formed instantly becomes thicker toward the collapse source. The weakly layered and finely fragmented part with clayey and sand matrix was formed relatively slower. It becomes thicker far from the collapse center and then, again, gradually thins. In the second hall of the first cave a pit was dug. The upper 47 cm layer is formed during ca. 42,000 years. The coarse debris begins at a depth of about 0.6 m on the southern wall and has about 0.6 m thickness. Therefore, from the top to the bottom the evenly time gradient application to the thickness will be not correct. The age of layer rich with organic matter, underlayered the coarse debris formation, is equal to the age of 47 cm top layer plus the age of the finely fragmented layer.

The large volume of collapse and propagation distance evidence about possible seismic triggering. This hypothesis might be proven if the aforementioned collapse and the second one located near the entrance of back hall originated at the same time. A stalagmite mirroring thousands of years of collapse appearance was formed on the second collapse.

References

Antonosyan M., Bagoyan H., Harutyunyan L., Azizbekyan H., Aspaturyan N. "Role of Ancient Dna Data in The Reconstruction of Paleofauna", Proceedings of The International

Conference "Biological Diversity and Conservation Problems of the Fauna-3", September 27-29, 2017, Yerevan, Armenia, p.21.

Avagyan A., Sosson M., Karakhanian A., Philip H., Rolland Y., Melkonyan R., Davtyan Y. Recent stress-field evolution in the Lesser Caucasus and adjacent regions. In: Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Special Volume. Eds. M. Sosson, N. Kaymakci, R. Stephenson, F. Bergerat, and V. Starostenko. Geol. Soc. of London, 2010, v. 340, p.393-408.

Collective of authors. Geology and Ore deposits of Nagorno-Karabakh. ANA, Institute of geology named after Academician I.M. Gubkina., 1994, 284p.

Sosson M., Rolland Y., Muller C., Danelian T., Melkonyan R., Adamia S., Kangarli T., Avagyan A., Galoyan G., Mosar, J. Subductions, obduction and collision in the Lesser Caucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia), new insights. In: Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Special Volume. Eds. M. Sosson, N. Kaymakci, R. Stephenson, F. Bergerat, and V. Starostenko. Geol. Soc. of London, 2010, 340, p.329-352.

Stafford W. Th. Cave survey report. Summary of Radiocarbon, Geological and Zooarchaeological Data from Test Excavations at Alexana Ghuze Cave, Nagorno-Karabakh Republic, February 24, 2015.

ՔԱՐԻՆ ՏԱՎ ՔԱՐԱՆՁԱՎԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ՊԱԼԵՈՍԵՅՄՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ (ԱՐՑԱԽԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ)

**Ավագյան Ա.¹, Սահակյան Լ.¹, Ասպատուրյան Ն.², Անտանոսյան Մ.³,
Եպիսկոպոսյան Լ.³**

*Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ, ՀՀ ԳԱԱ, Մ. Բաղրամյան պող., 24ա,
0019, Երևան, Հայաստանի Հանրապետություն
avagn1064@gmail.com*

*Երևանի պետական համալսարան, Ա. Մանուկյան փող. 1, 0025, Երևան, Հայաստանի
Հանրապետություն*

*Մոլեկուլյար կենսաբանության ինստիտուտ, ՀՀ ԳԱԱ, Հասրաթյան փող. 7, 0014,
Երևան, Հայաստանի Հանրապետություն*

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОСЕЙМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕЩЕРЫ КАРИН ТАК (РЕСПУБЛИКА АРЦАХ)

А.Авагян¹, Л. Саакян¹, Н.Аспатурян², М.Антаносян³, Л.Епископосян³

*1. Институт геологических наук, НАН РА, пр. М.Баграмян, 24а, 0019, Ереван, Армения,
avagn1064@gmail.com*

2. Ереванский государственный университет, ул. А.Манукян 1, 0025, Ереван, Армения,

3. Институт молекулярной биологии, НАН РА, ул. Асратян 7, 0014, Ереван, Армения

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆԻԿԱ

**ԵՐԿՐԱՐԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՊԱՏՄՈՒԹՅԱՆ
ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՆՁՆԱԺՈՂՈՎԻ (INHIGEO)
42-ՐԴ ԳԻՏԱԺՈՂՈՎԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ
(INHIGEO-ի 50-ամյակը)**

© 2018թ. Խ. Մելիքսեթյան, Մ. Մխակյան

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24ա
e-mail: km@geology.am*



2017թ.-ի սեպտեմբերի 13-18-ը ՀՀ Գիտությունների ազգային ակադեմիայում կայացավ Երկրաբանական գիտությունների պատմության միջազգային հանձնաժողովի (INHIGEO) 42-րդ գիտաժողովը՝ նվիրված INHIGEO-ի կազմակերպման 50-ամյա հոբելյանին:

Երկրաբանական գիտությունների պատմության միջազգային հանձնաժողովը հանդիսանում է իր ոլորտում աշխարհում առաջին միջազգային գիտական կազմակերպությունը, որի նպատակն է խթանել երկրի մասին գիտությունների և մասնավորապես՝ երկրաբանության պատմության ոլորտում կատարվող շարունակական հետազոտությունների անցկացումը:

1964թ.-ի Միջազգային երկրաբանական կոնգրեսի շրջանակներում որոշվեց ստեղծել Երկրաբանական գիտությունների պատմության միջազգային հանձնաժողով, և ի կատարումն այդ որոշման, 1967թ.-ին Երևանում՝ Խորհրդային Հայաստանի գիտությունների ակադեմիայում, տեղի ունեցավ Հանձնաժողովի հիմնադիր ժողովը: Ժողովի շրջանակներում Հայաստանը հյուրընկալեց թվով 150 երկրաբանների աշխարհի 15 երկրներից, որի արդյունքում նոր գիտական հասարակության անդամներին հնարավորություն ընձեռնվեց միմյանց հետ ծանոթանալու և գիտական գաղափարներով կիսվելու: 1967թ.-ից ի վեր Հանձնաժողովի անդամների կողմից հրատարակվեցին գիտական մեծ արժեք ներկայացնող մեծաքանակ աշխատություններ և մենագրություններ:

1968թ.-ից սկսած INHIGEO-ն հանդիսանում է Երկրաբանական

գիտությունների միջազգային միության (IUGS) անդամ կազմակերպություն:

Ներկայումս հանձնաժողովն ունի 289 անդամ 57 երկրից: Հայաստանը ներկայացնում է 4 մասնակից՝ Խ. Մելիքսեթյան, Ա. Փիլիպոսյան, Գ. Մալխասյան և Գ. Խոմիզուրի:

Անցյալ տարի Երևանում կայացած INHIGEO 42-րդ գիտաժողովին մասնակցեց շուրջ 70 գիտնական 18 երկրից, ներառյալ՝ ԱՄՆ, Կանադա, Ֆրանսիա, Գերմանիա, Իտալիա, Ճապոնիա, Ավստրալիա, Ավստրիա, Բրազիլիա, Մեքսիկա, Նոր Զելանդիա, Նիգերիա, Լեհաստան, Պորտուգալիա, Ռուսաստան, Սլովակիա և Հարավային Աֆրիկա, ինչպես նաև 30 մասնակից ՀՀ-ից:

Գիտաժողովի թեմատիկաներն էին.

1. INHIGEO-ի 50 տարիները
2. Երկրաբանական գաղափարների և մտքի զարգացումը
3. Երկրաբանության պատմությունը Հայաստանում
4. Քարերի և մետաղների մասին հնագույն գիտելիքները
5. Մեյսմիկ և հրաբխային գործունեության պատմական և նախապատմական վկայությունների ուսումնասիրությունները
6. Ընդհանուր աշխատություններ և հայտնի երկրաբանների կենսագրություններ:

Տարբեր երկրներում երկրաբանության պատմության հիմնախնդիրների, Հայաստանում երկրաբանական մտքի կայացման և զարգացման պատմության վերաբերյալ մասնակիցները ներկայացրեցին 60-ից ավելի գիտական զեկուցումներ:

Անտիկ ժամանակաշրջանի և միջնադարի հայ հեղինակների յուրահատուկ պատմական աշխատությունները, որոնք խնամքով պահպանվում են Մատենադարանում, թույլ են տալիս հետևել երկրաբանական մտքի ծագման և ձևավորման պատմությանը Հայաստանում և Հայկական բարձրավանդակում, ինչպես նաև՝ Առաջավոր Ասիայի մի շարք երկրներում: XII-XIV դարերի մի շարք տարեգիրների, պատմաբանների և եկեղեցական սպասավորների աշխատություններում պահպանվել են աղետալի երկրաշարժերի բազմաթիվ նկարագրություններ, որոնք տեղի են ունեցել միջնադարյան Հայաստանում, իսկ XV դարի հայկական ժամանակագրություններում կա Վանա լճի հյուսիսարևելյան մասում գտվող Նեմրուժ հրաբխի ժայթքման արձանագրությունը և նկարագրությունը: Հայ տարեգիրների աշխատությունները չեն շրջանցել նաև հանքային ջրերի և դրանց բուժիչ հատկությունների մասին տվյալները, որոնցից շատերը հասել են մինչև մեր օրերը:

Այսպիսով, կարելի է ասել, որ միջնադարի հայ մտածողներն իրենց արժանի տեղն ունեն երկրաբանական գիտելիքների զարգացման պատմության մեջ:

Զեկույցներում բազմիցս հիշատակվեցին նաև հայկական ծագում ունեցող երկրաբանների՝ Վ. Ն. Լոդոչնիկովի, Ն. Ի. Քարաքաշի և Լ. Ա. Սպենդիարովի ծավալած երկրաբանական գործունեության և կենսագրության մասին տեղեկություններ:

Ղեկավարության խնդրանքով գիտաժողովը կազմակերպեց Հայաստանի Հանրապետության Գիտությունների ազգային ակադեմիայի Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտը INHIGEO:

INHIGEO 42-րդ գիտաժողովի բացման արարողության ժամանակ ՀՀ վարչապետ Կարեն Կարապետյանի ուղերձով հանդես եկավ ՀՀ փոխվարչապետ, Միջազգային տնտեսական ինտեգրման և բարեփոխումների նախարար Վաչե Գաբրիելյանը:

Գիտաժողովը ներառում էր նաև երկրօրյա միջգիտաժողովյան ուղևորություն դեպի *Հայաստանի պատմության թանգարան, Մատենադարան, Մայր Աթոռ Ս. Էջմիածնի թանգարան*, Գառնի, Գեղարդ և Էջմիածին, ինչպես նաև հետգիտաժողովյան ուղևորություններ Հայաստանի տարբեր քաղաքներով, ներառյալ՝ Գյումրի, Սպիտակ, Վանաձոր, Դիլիջան, Ծաղկաձոր, Սևան, Նոր Գեղի, Ակնաշեն և Մեծամոր:

Գիտաժողովի աշխատանքներին իրենց ակտիվ մասնակցությունը ցուցաբերեցին ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ աշխատակիցները, ներառյալ երիտասարդ գիտաշխատողները: Հարկ է նշել նաև գիտաժողովի և էքսկուրսիաների կազմակերպման գործում Ինստիտուտի համագործակցությունը Հայաստանի հնագետների՝ ՀՀ Մշակույթի նախարարության պատմական միջավայրի և պատմամշակութային թանգարան-արգելոցների պահպանության Ծառայության և ՀՀ ԳԱԱ Հնագիտության և ազգագրության ինստիտուտի հետ:

INHIGEO 42-րդ գիտաժողովի շրջանակներում հրատարակվեց 3 գիրք՝ Ռ. Զրբաշյան, Գ. Խումիզուրի, Ա. Հարությունյան «Երկրաբանական մտքի ծագումը և զարգացումը Հայաստանում (Ք.ա. 5-րդ դ.-17-րդ դ.)», Վ. Մեյեր, Ռ. Մ. Քլերի, Լ. Ֆ. Ազուելա, Թ. Ս. Մոտա և Ս. Վոլկովիչ «Երկրագիտության պատմությունը. Նվիրված INHIGEO-ի 50-ամյա տարելիցին» Լոնդոնի երկրաբանական հասարակության հատուկ հրատարակություններ, Լոնդոն-2017 (W. Mayer, R.M. Clary, L.F. Azuela, T.S. Mota and S. Wolkowicz. “History of Geoscience: Celebrating 50 Years of INHIGEO”, Geological Society of London Special Publications Series, London, 2017), Լ. Ն. Լորդկիպանիձե «Նվիրված INHIGEO-ի 50-ամյակին՝ Երկրաբանական գիտությունների պատմության միջազգային հանձնաժողովին» Տաշքենդ, Հ. Ս. Աբդուլասևի անվ. երկրաբանության և երկրաֆիզիկայի ինստիտուտ, 2017 (Л. Н. Лордкипанидзе, К 50-летию ИНИГЕО (INHIGEO) - Международной комиссии по истории геологических наук): Վերահրատարակվեց Ա. Ավանեսյան, Է. Մալխասյան. Ս. Նազարեթյան «Հայաստանի երկրաբանական եզակի հուշարձանները» գիրքը:

Այս տարի նախատեսվում է ՀՀ ԳԱԱ Հնագիտության և ազգագրության ինստիտուտի գիտաշխատողների հետ համատեղ ևս մեկ հա-

տուկ ժողովածուի հրատարակում գերմանական Springer հրատարակության Historical Geography and Geosciences գրքերի շարքում, վերնագրված՝ «Հայաստանը հնագիտության և երկրի մասին գիտությունների պատմության խաչմերուկում» (“Armenia between Archaeology and History of Geosciences”, Special Edition), որում տեղ կգտնեն գիտաժողովի ընտրված զեկույցները:

Գիտաժողովը մեծ հետաքրքրություն առաջացրեց ՀՀ-ում և նրա սահմաններից դուրս, ինչի մասին փաստում են նաև մասնակիցների մեծ մասի բանավոր և գրավոր կերպով բազմիցս արտահայտած դրական կարծիքները:

IRG ԾՐԱԳՐԻ ԵԶՐԱՓԱԿԻՉ ԿՈՆՖԵՐԱՆՍԸ

© 2018թ. Սահակյան Լ.

2017թ. հոկտեմբերի 25-27 Ուկրաինայի Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի, Կիևի Ս.Ի. Սուբբոտինի անվան Գեոֆիզիկայի ինստիտուտում տեղի ունեցավ Հայ-ֆրանսիական գիտական համագործակցության շրջանակներում անցկացվող միջազգային փորձագիտական խմբի (IRG) կողմից իրականացվող «Փոքր Կովկասի լեռնաշղթայի երկրադինամիկական զարգացումները՝ ազդեցությունը բնական ռեսուրսների, ակտիվ տեկտոնիկայի և ռիսկի վրա» թեմայով ծրագրի եզրափակիչ կոնֆերանսը:

Կոնֆերանսին մասնակցում էին ծրագիրը կատարող երկրների՝ Հայաստան, Վրաստան, Ադրբեջան, Ուկրաինա, Ռումինիա, Ֆրանսիայի ներկայացուցիչները: Հայկական կողմից Է.Գ.Պ. Ա. Ավագյանը (երկու զեկուցում) և Է.Գ.Թ. Լ. Սահակյանը հանդես եկան համապատասխանաբար՝ «Արարատյան գոգավորության տեկտոնիկան» ու «Նախապատմական մարդու վկայությունները երկրաշարժերի մասին» և «Էոցենի մագմատիկ ապարների երկրաքիմիական ուսումնասիրությունները և երկրադինամիկ պայմանները» զեկուցումներով: Գիտաժողովի նյութերը տպագրվել են Ուկրաինայի Ազգային Ակադեմիայի «Геофизический журнал» ամսագրում՝ 2017, т. 39, N 4, с. 77-124. <http://journals.uran.ua/geofizicheskiy/>:

Տեղի ունեցավ դաշտային էքսկուրսիա՝ Ուկրաինայի բյուրեղային հիմքի հյուսիսային հատվածում գտնվող հայտնի ռապակիվ-գրանիտ-անորթոգիտային Կոռոստենի պլուտոնի տարածքում:

Քննարկվեցին հետագա, համատեղ ուսումնասիրությունների հնարավորությունները:

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

К 125- ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА КОНСТАНТИНА НИКОЛАЕВИЧА ПАФФЕНГОЛЬЦА



В 2018г. исполняется 125 лет со дня рождения выдающегося исследователя геологического строения Кавказа и его минеральных ресурсов, академика АН Армянской ССР Константина Николаевича Паффенгольца, одного из классиков геологической мысли Армении и всего Кавказа.

К.Н.Паффенгольц родился 17 марта 1893г. в с.Албинец Бессарабской губернии Российской Империи (ныне в Республике Молдова), в семье российских немцев. Начальное образование получил в Кишиневском реальном училище, а дальнейшее образование - в Петербургском горном институте в 1911-1920гг. В годы Первой мировой войны, по заданию командования русской армии, он проводил геологические исследования в восточной части Армянского нагорья и закончил Горный институт лишь в 1920г.

В 1916г., будучи студентом Горного института, он участвовал в картировании ледников Эльбруса и за блестяще выполненную работу был избран действительным членом Русского географического общества и удостоен его Малой золотой медали. Позже, в 1922г., он изучает железорудные месторождения Кольского полуострова, работая магнитологом, и избирается действительным членом Всероссийского минералогического общества.

Впервые К.Н.Паффенгольц приехал в Армению в 1913г., а в 1917г. вместе с отрядом геологов, в числе которых были А.А.Стоянов, Б.Ф.Мефферт, Д.В.Наливкин и другие, участвовал в геологических исследованиях на территории Западной Армении. Первой его научной работой, опубликованной в 1918г., (соавтор А.А.Стоянов) было посвящено геологическому исследованию территории между оз.Ван и турецко-иранской границей, в том числе Корзотскому нефтяному месторождению на правом берегу р. Нафтидзор.

В 1919г. К.Н.Паффенгольц был зачислен геологом в Геологический Комитет (в дальнейшем ВСЕГЕИ), в котором и проработал долгие годы.

С 1923 года по предложению проф. А.П.Герасимова – главы школы кавказских геологов, К.Н.Паффенгольц приступает к изучению Малого

Кавказа, посвятив в дальнейшем исследованию этого сложно построенного горного сооружения около 60 лет своей жизни. Уже в 1937г. К.Н.Паффенгольц участвует в XVII сессии Международного Геологического конгресса в Москве и руководит Кавказской экскурсией по Армении.

В 40-х годах К.Н.Паффенгольц завершает картирование территории Армении и прилегающих к ней частей Малого Кавказа. Результаты его исследований были обобщены в докторской диссертации (1943г.), и опубликованы в 1948г. в виде фундаментальной монографии “Геология Армении. Армения в системе Кавказа и Малой Азии”. Эта работа была удостоена в 1950 году Государственной премии СССР I степени. В 1943г. К.Н.Паффенгольц был включен в состав академиков-учредителей Академии наук Армянской ССР. В 1947 году ему присваивается звание «Генеральный директор геологической службы III ранга», а в 1953 году — «Отличник геологической службы Министерства геологии СССР».

В 1959 году выходит другая фундаментальная работа К.Н.Паффенгольца “Геологический очерк Кавказа”, которая в 1963 году была переведена и издана в Германии на немецком языке (Berlin: Akademie-Verlag, Series: Fortschritte der sowjetischen Geologie, 5/6).

В одной из работ К.Н.Паффенгольц отмечал: «Лучшим показателем геологической изученности страны являются, как известно, геологические карты - венец геологии; чем они детальнее, тем более ценные научные и практические результаты можно делать из их анализа». В 1951г. была опубликована, составленная К.Н.Паффенгольцем “Геологическая карта Армянской ССР и прилегающих частей Малого Кавказа” М 1:200000 на 11 листах. “Геологическая карта Кавказа” М 1: 500000, представленная на XX-й сессии Международного геологического конгресса в Мексике вызвала восхищение геологической общественности. До настоящего времени, составленные К.Н.Паффенгольцем геологические карты не потеряли своего значения и являются основой для более детальных последующих исследований. В дальнейшем, К.Н.Паффенгольцем, совместно с С.А.Музылевым, была разработана инструкция по составлению и подготовке к изданию геологических карт, сыгравшая большую роль в деле картирования различных территорий страны.

Основные труды К.Н.Паффенгольца посвящены изучению региональной геологии, тектоники, магматизма, металлогении, гидрогеологии Малого Кавказа, а также общим проблемам альпийской складчатой системы.

К.Н.Паффенгольц участвовал в составлении путеводителей экскурсий I Всесоюзного вулканологического совещания (1959г.) и экскурсий первого Международного симпозиума по истории геологии (1967г.), прошедших в Ереване.

К.Н.Паффенгольц разработал общую стратиграфическую схему вулканогенных и осадочных отложений Малого Кавказа, привел свое обоснование возраста интрузивов и главнейших рудных месторождений, закартировал значительную часть Кавказа, проводил исследования в

районах Эльбруса, Казбека, Сванетии. В 1970 году была издана монография “Очерк магматизма и металлогении Кавказа”.

К.Н.Паффенгольцем впервые было дано детальное стратиграфическое расчленение четвертичных лав, опубликована монография о горе Арагац, в которой этот горный массив он считал брахиантиклиналью, сложенной олигоценовыми лавами и туфами, центр извержения которых не установлен и лишь по периферии горы наблюдаются отдельные небольшие центры излияний четвертичных лав. Предполагавшийся кратер на вершине горы, по его мнению, представляет собою типичный эрозионный цирк.

В 1971 году вышла монография «Кавказ—Карпаты—Балканы», в которой анализируется взаимоотношение геологических структур и делается разбор данных геофизических исследований акватории Черного моря. В работе приводится краткая характеристика отдельных регионов Кавказа, Турции, Югославии, Болгарии, Румынии, Восточных Карпат, Крыма и акватории Черного моря, проводятся сопоставления и делаются соответствующие выводы.

Острая наблюдательность, высокое мастерство геолога-съемщика К.Н. Паффенгольца удивляет каждого геолога. Ярким примером являются карты и разрезы, на которых он объективно фиксировал геологические взаимоотношения независимо от преобладающей геологической концепции того времени. Именно так он выделил в своих разрезах, в частности, взбросы (надвиги) на северо-восточной окраине Араратской долины и на северо-западе Шагпского синклинория, что было подтверждено современными исследованиями.

К.Н.Паффенголец автор более 250 научных работ, около 30 монографий. Богатые разнообразным фактическим материалом его геологические труды являются настольными книгами для каждого геолога, исследующего различные проблемы геологии Кавказа.

К.Н.Паффенголец занимался гидрогеологией рек и озёр как источников орошения, энергетики и водоснабжения, описал геологию и гидрогеологию бассейна оз.Севан. Составленные К.Н.Паффенгольцем рельефные макеты Эльбруса и Арагаца, оз.Севан находятся в геологоразведочном музее им. акад. Ф.Н.Чернышева в Санкт Петербурге. Он является автором рельефных геологических карт бассейна оз.Севан и вулкана Арарат, которые до сих пор являются одними из самых востребованных экспонатов Геологического музея им. О.Карапетяна Института геологических наук НАН РА.

Вся научно-производственная деятельность К.Н.Паффенгольца протекала в тесном контакте с академическими и производственными организациями республик Южного Кавказа. Особенно тесные взаимоотношения были установлены с соответствующими организациями Армении. В годы Великой Отечественной войны он был направлен в Ереван в качестве главного геолога Геологического управления Армении, где выполнял ряд работ в области военной геологии. С 1946 по 1952гг.

К.Н.Паффенгольц, по совместительству, являлся профессором кафедры исторической геологии Ереванского Государственного университета, где преподавал курс “Геология Армении”, с 1959г. работал в Институте геологических наук АН Армянской ССР, а с 1963г. являлся консультантом института.

Под его руководством были подготовлены ряд высококвалифицированных специалистов - докторов и кандидатов геолого-минералогических наук.

К.Н.Паффенгольц был человеком широких интересов, прекрасно знал философию, искусство, литературу, архитектуру, восхищался творениями Нарекаци и Корюна. Он был исключительно интеллигентной, доброжелательной, отзывчивой и скромной личностью, бескорыстно служил науке.

Естественно, что некоторые представления К.Н.Паффенгольца, касающиеся деталей стратиграфического расчленения отдельных толщ, возраста некоторых интрузивов и месторождений, связи оруденения лишь с интрузивными комплексами в дальнейшем, в ходе детальных работ, были уточнены и пересмотрены, однако это обстоятельство ни в коей мере не умаляет огромного значения результатов выполненных им разносторонних исследований.

За выдающиеся заслуги в области геологии, К.Н.Паффенгольц был награжден двумя Орденами Ленина, Орденом Трудового Красного Знамени, Орденом Знак Почета, многочисленными медалями. В 1968г. ему было присвоено почетное звание “Заслуженный деятель науки Армянской ССР”.

Константин Николаевич Паффенгольц скончался в Ленинграде (ныне Санкт-Петербург) 24 сентября 1983 года. По завещанию К.Н.Паффенгольца, часть его праха в урне с металлической дощечкой с надписью “Прахакад. К.Н.Паффенгольца 1893-1983”, была спущена в самую глубокую часть оз.Севан 29 ноября 1983г. Эта его предсмертная просьба была выполнена доктором геол.-мин.наук Э.Г.Малхасяном, с которым К.Н.Паффенгольца связывали долгие годы дружбы и научного сотрудничества.

**Институт Геологических наук НАН РА
Редакция Известий НАН РА Науки о Земле**

ԿԱՐԱՊԵՏ ՄՈՒՐԱՂԻ ՄՈՒՐԱՅԱՆ
(ծննդյան 80-ամյակին)



2018թ. մարտի 5-ին լրացավ ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի օգտակար հանածոների լաբորատորիայի առաջատար գիտական աշխատող, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր, Ռուսաստանի Բնական գիտությունների ակադեմիայի, Բնության և հասարակության մասին գիտությունների միջազգային ակադեմիայի ակադեմիկոս Կարապետ Մուրադի Մուրադյանի ծննդյան 80-ամյակը:

Կ.Մ.Մուրադյանը ծնվել է 1938թ. Երևանում: 1960թ. գերազանցությամբ ավարտել է Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետը և աշխատանքի է անցել Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի (ԵԳԻ) օգտակար հանածոների և մետաղագոյացման բաժնում, որտեղ և աշխատում է մինչև այժմ: Անցած տարիների ընթացքում նա հաջորդաբար զբաղեցրել է ինժեների, ասպիրանտի, կրտսեր գիտ.աշխատողի, ավագ գիտ.աշխատողի, առաջատար գիտ.աշխատողի, լաբորատորիայի վարիչի պաշտոնները:

1962թ. Կ.Մուրադյանն ընդունվել է ասպիրանտուրա և գործուղվել է Մոսկվա՝ գիտական ղեկավար պրոֆեսոր Վ.Ն.Կոտլյարի մոտ ուսանելու: 1967թ. Երևանի պետական համալսարանում պաշտպանել է թեկնածուական ատենախոսությունը «Բազումի միջին էոցենի սուբհրաբխային համալիրի երկրաբանությունը և հանքաբերությունը» թեմայով:

Կ.Մուրադյանի հետագա գիտական ուսումնասիրությունները շարունակվել են Վիրահայոց-Տավուշ (Շամշադին)-Արցախ-Կապանի և Ամասիա-Սևան-Հագարի հրաբխածնա-մետաղագոյացման գոտիներում՝ նրանց հանքային շրջաններում: Այդ ուսումնասիրությունների արդյունքներն ամփոփվել են նրա «Փոքր Կովկասի կենտրոնական մասի հրաբխածին ֆորմացիաների հանքաբերությունը» դոկտորական ատենախոսությունում, որը նա հաջողությամբ պաշտպանել է 1987թ. Թբիլիսիում՝ Կովկասի Հանքային Ռեսուրսների ինստիտուտում:

1988-1994թ. Կ.Մուրադյանը մասնակցել է Սպիտակի երկրաշարժային տարածքի 1:50000 և ՀՀ 1:200000 մասշտաբի մագմայական ու մետաղագոյացման քարտեզների կազմման աշխատանքներին: Նրա կողմից առաջին անգամ կազմվել են Բագումի և Տավուշի (Շամշադինի) հանքային շրջանների էտալային հնաֆացիալ-հնահրաբխածնական և այդ հիմքի վրա կանխագուշակումա-մետաղագոյացման խոշորամասշտաբ (1:50000) քարտեզներ, որոնք հնարավորություն են տվել նորովի գնահատել այդ շրջանների հանքաբերության հեռանկարները: Կ.Մուրադյանը, որպես ԽՍՀՄ ԳԱ հնահրաբխածնական-մետաղագոյացման հանձնաժողովի անդամ, ավելի քան երկու տասնամյակ մասնակցել է նախկին Խորհրդային Միության, Կովկասի և Հայաստանի Հանրապետության հնահրաբխածնական և մետաղագոյացման եզակի ատլասների՝ 1:5000000, 1:1000000 և 1:500000 մասշտաբերի էտալային քարտեզների կազմման աշխատանքներին (ակադ. Ռ. Ջրբաշյանի հետ համատեղ):

Կ.Մուրադյանը մասնակցել է ՀՀ բնատարածքի մագմատիզմի, մետամորֆիզմի և հանքային ֆորմացիաների 1:300000 մասշտաբի քարտեզի կազմման աշխատանքներին:

Նա մշակել է Փոքր Կովկասի տարածքի երկրադինամիկական զարգացման մոդելը, վերհանել է նրա կիրառական նշանակությունը:

Կ.Մուրադյանի ուսումնասիրությունների արդյունքներն ամփոփված են ավելի քան 152 գիտական աշխատություններում, որոնք նվիրված են Փոքր Կովկասի և Միջերկրածովային (Ալպ-Հիմալայան) գոտու կենտրոնական հատվածի բնատարածքին բնորոշ օգտակար հանածոների հանքավայրերի կարևոր հիմնախնդիրներին: Կ.Մուրադյանը զեկուցումներով բազմիցս հանդես է եկել տարբեր հանրապետական, համամիութենական, միջազգային խորհրդակցություններում, գիտաժողովներում, սիմպոզիումներում:

Շուրջ երեք տասնամյակ Կ.Մուրադյանը գիտական ուսումնասիրությունները համատեղել է մանկավարժական գործունեության հետ: Դոցենտի և պրոֆեսորի պաշտոններում նա դասավանդել է Երևանի Պետական համալսարանի Աշխարհագրության և Երկրաբանության ֆակուլտետում, ՀՀ Կառավարման ակադեմիայում, ՀՀ ԳԱԱ Միջազգային գիտակրթական կենտրոնում:

2001թ. Կ.Մուրադյանը ընտրվել է Բնական Գիտությունների Ռուսաստանի ակադեմիայի իսկական անդամ, 2009թ. Բնության և հասարակության մասին Գիտությունների Միջազգային Ակադեմիայի իսկական անդամ: 1991թ.-ից նա հանդիսանում է Հանքավայրերի Ծագումնաբանական Միջազգային ասոցիացիայի անդամ (IAGOD):

Կ.Մուրադյանը ԵԳԻ-ում գործող թեկնածուական և դոկտորականատենախոսությունների աստիճանաշնորհման 054 գիտական խորհրդի անդամ է:

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտի անձնակազմը, ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբա-

գրությունը սրտանց շնորհավորում են վաստակաշատ երկրաբան Կ.Մուրադյանին ծննդյան 80-ամյակի կապակցությամբ, մաղթում նրան քաջառողջություն, երկար տարիների կյանք և բեղմնավոր աշխատանք:

**ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտ
ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի խմբագրություն**